Journal of Agricultural Machinery

Homepage: https://jame.um.ac.ir

Research Article
Vol. 13, No. 4, 2023, p. 427-451

Identifying and Prioritizing the Key Factors Affecting the Efficient Maintenance Management in the Agricultural Industry Based on Empirical Studies

H. Soltanali[1*], M. Khojastehpour[2]

1- Postdoctoral Researcher, Department of Biosystems Engineering, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran
2- Professor, Department of Biosystems Engineering, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran
(*- Corresponding Author Email: ha.soltanali@mail.um.ac.ir)

Received: 24 April 2022 Revised: 03 July 2022 Accepted: 11 July 2022 Available Online: 11 July 2022	**How to cite this article:** Soltanali, H., & Khojastehpour, M. (2023). Identifying and Prioritizing the Key Factors Affecting the Efficient Maintenance Management in the Agricultural Industry Based on Empirical Studies. *Journal of Agricultural Machinery, 13*(4), 427-451. (in Persian with English abstract). https://doi.org/10.22067/jam.2022.76333.1104

Introduction

With the emergence of new automation and mechanized technologies in the production and processing of agricultural products in Iran, which aim to accelerate the food supply process, adopting appropriate management models in the field of maintenance becomes inevitable. This is crucial to maintain and enhance the operational reliability of agricultural machinery, tools, and equipment. Furthermore, proper management of various physical assets in the agricultural industry, including operation and maintenance, is one of the most important requirements. This is due to their crucial role in ensuring readiness and high availability during the seasons of planting, cultivating, and harvesting agricultural products. These needs differ from that of other continuous production processes.

Materials and Methods

To achieve an efficient model in the field of maintenance, the following steps have been investigated:

a) Reviewing and identifying the most important criteria and sub-criteria driving the maintenance management. This is based on the previous literature and the experts' opinion.

b) Evaluating and prioritizing the main criteria and the interactions between their sub-criteria using the Best-Worst Method (BWM).

c) Providing improved solutions for maintenance management of Iranian agro-industries.

We decided to employ BWM because, compared to similar methods, it (i) provides more reliable pairwise comparisons, (ii) reduces the possible anchoring bias that may occur during the weighting process by respondents, (iii) is the most data-efficient method, and (iv) provides multiple optimal solutions which increase flexibility when accessing the best weight point. The process of weighting by BWM is summarized in five steps:

1) Determine a set of evaluation criteria identified by the experts or decision-makers.

2) Identify the most important (Best) and the least important (Worst) criteria according to the experts or decision-makers, each of which may have their own Best and Worst.

3) Determine the preference of the Best criterion over all the other criteria using a number from 1 to 9 (where 1 represents equal importance and 9 represents extremely more important).

4) Determine the preference of all the decision criteria over the Worst criterion.

5) Compute optimal weights.

Results and Discussion

According to the preliminary surveys, the most important criteria in the excellence maintenance model were identified as "organizational management", "human-related factors", and "organizational aspects", respectively. The results of the BWM revealed that sub-criteria such as "top management support," "fund allocation and

https://doi.org/10.22067/jam.2022.76333.1104

inventory resource management," and "appropriate maintenance strategies" had the greatest impact on maintenance management in agro-industries, with global weights of 0.108, 0.075, and 0.067, respectively. Additionally, these findings were compared to previous research conducted in the field of agricultural and production system maintenance models.

Conclusion

The findings of this study could assist managers in revising and developing maintenance management models in the agro-industries. Future studies could consider calculating the interactions among the criteria that were omitted in this study to simplify the evaluation process which might improve the accuracy of weighing criteria. This can be achieved through the combination of the Decision Making Trial and Evaluation Laboratory (DEMATEL) and structural equation modeling.

Keywords: Agro-industry, Best-Worst method, Machinery, Maintenance, Mechanization

نشریه ماشین‌های کشاورزی
https://jame.um.ac.ir

مقاله پژوهشی

جلد ۱۳، شماره ٤، زمستان ۱٤۰۲، ص ٤٥۱-٤۲۷

شناسایی و اولویت‌بندی عوامل مؤثر بر مدیریت کارآمد نگهداری و تعمیرات در کشت و صنعت‌ها بر پایه مطالعات تجربی توسعه‌یافته

حمزه سلطانعلی[1*]، مهدی خجسته پور[2]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۲/۰۴
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۴/۲۰

چکیده

پیاده‌سازی الگوهای مدیریتی مناسب در حوزه نگهداری و تعمیرات جهت نگهداشت اصولی و ارتقای قابلیت اطمینان انواع ماشین‌ها و تجهیزات کشاورزی با هدف تسریع در روند تأمین غذای جامعه بسیار حائز اهمیت می‌باشد. با توجه به کمبود مطالعات بنیادی و توسعه‌ای در این بخش، مطالعه حاضر به دنبال بررسی عوامل مؤثر بر مدیریت کارآمد نگهداری و تعمیرات در سطح کشت و صنعت‌ها بر پایه مطالعات مفهومی و تجربی می‌باشد. بدین منظور ابتدا به بررسی و شناخت مهم‌ترین معیارها و زیرمعیارهای تأثیرگذار بر مدیریت نگهداری و تعمیرات با کمک مطالعات بنیادین و دیدگاه کارشناسان خبره پرداخته شد. در ادامه تحقیق، ارزیابی و اولویت‌بندی معیارهای تأثیرگذار با کمک روش تصمیم‌گیری بهترین-بدترین انجام شد و به دنبال آن راهکارهای بهبودی به‌منظور مدیریت نگهداری و تعمیرات در کشت و صنعت‌ها ارائه شدند. براساس نتایج به‌دست‌آمده، مهم‌ترین معیارها در مدل نگهداری و تعمیرات، به‌ترتیب "مدیریت سازمانی"، "عوامل انسانی" و "عوامل ساختاری" با استفاده از تحقیقات پیشین و نظر خبرگان به‌دست آمد. مطابق با نتایج روش تصمیم‌گیری بهترین-بدترین، زیرمعیارهایی چون "حمایت مدیریت عالی در سطح سازمان"، "اختصاص بودجه نگهداشت و مدیریت بهینه موجودی‌ها" و نیز "اتخاذ راهبردهای مناسب نگهداشت" به‌ترتیب با وزن کلی ۰/۱۰۸، ۰/۰۷۵ و ۰/۰۶۷ بیش‌ترین تأثیرگذاری را در مدیریت کارآمد نگهداری و تعمیرات در سطح کشت و صنعت‌ها داشتند. نتایج این تحقیق می‌تواند مورد استفاده مدیران برای دست‌یابی به یک الگوی مناسب در زمینه مدیریت نگهداری و تعمیرات در کشت و صنعت‌ها باشد و نیز قابلیت تعمیم‌پذیری نتایج آن به سایر صنایع کشاورزی و غذایی در سطح کشور وجود دارد.

واژه‌های کلیدی: روش بهترین-بدترین، کشت و صنعت، مکانیزاسیون، ماشین‌های کشاورزی، نگهداری و تعمیرات

مقدمه

به‌کارگیری تکنولوژی‌های مکانیزه در مراحل تولید و فرآوری انواع محصولات کشاورزی در ایران با هدف تسریع در روند تأمین غذای جامعه، روز به روز در حال گسترش است. از طرفی نحوه به‌کارگیری و مدیریت این نوع از تکنولوژی‌ها به‌ویژه سرمایه‌های فیزیکی که شامل انواع ماشین‌ها، ادوات و تجهیزات می‌باشد، با هدف دست‌یابی به حداکثر بهره‌وری در حوزه صنایع کشاورزی بسیار حائز اهمیت است؛ چرا که مدیریت منسجم این سرمایه‌ها، نقش محوری در انجام به‌موقع فعالیت‌های زراعی شامل فرآیندهای مختلف تولید و فرآوری محصولات کشاورزی ایفا می‌نمایند (Soltanali & Rohani, 2016; Najafi, Asoodar, Marzban, & Hormozi, 2015; Mousavipour, Sheikh Davoodi, Ghanian, & Saeedi, 2012; Adebiyi, Ojediran, & Oyenuga, 2004). علاوه بر این، با توجه به عدم دسترسی به‌موقع تجهیزات/ماشین‌های مورد نیاز و نیز تأمین قطعات یدکی بحرانی آن‌ها در شرایط تحریم کنونی، اهمیت نگهداشت اصولی این سرمایه‌های فیزیکی و نحوه استفاده صحیح عملیاتی از آن‌ها، با هدف بهره‌برداری حداکثری از تمامی ظرفیت‌ها، افزایش آماده‌به‌کاری و کاهش هزینه چرخه عمر آن‌ها، امری اجتناب‌ناپذیر است (Afsharnia, Asoodar, & Abdeshahi,

۱- پژوهشگر پسادکتری، گروه مهندسی بیوسیستم، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران
۲- استاد، گروه مهندسی بیوسیستم، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران
(*- نویسنده مسئول: Email: ha.soltanali@mail.um.ac.ir)
https://doi.org/10.22067/jam.2022.76333.1104

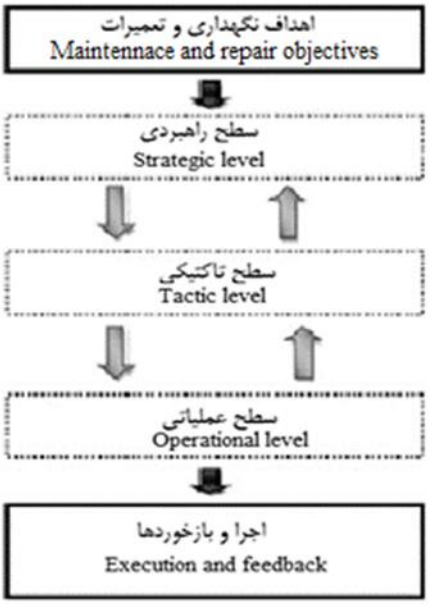
2014; Rohani, Ranjbar, Ajabshir, Abbaspour-Fard, & Valizadeh, 2009).

مضاف بر این، مدیریت صحیح بهره‌برداری و نگهداری-تعمیرات انواع دارایی‌های فیزیکی در صنایع کشاورزی شامل ماشین‌ها، ادوات و تجهیزات با توجه به اهمیت آماده‌به‌کاری/قابلیت دسترسی بالای آن‌ها در فصول کاشت، داشت و برداشت محصولات کشاورزی و نیز شرایط ویژه این بخش، در مقایسه با سایر فرآیندهای تولیدی پیوسته، یکی از مهم‌ترین الزامات است. بدین منظور، استفاده از راهبردهای مدیریتی به‌ویژه بهره‌مندی از دانش مدیریتی/مهندسی بهره‌برداری و نگهداری-تعمیرات که دربرگیرنده روش‌ها، رویه‌ها، نقشه راه‌ها، ابزارها و انواع تکنولوژی‌های نوین سخت‌افزاری و نرم‌افزاری است، دارای اهمیت فراوان است (Holweg, Davies, De Meyer, Lawson, & Schmenner, 2018; Soltanali, Khojastehpour, & Farinha, 2020; Soltanali *et al*., 2019). از نگاه استانداردهای موجود، تعریف دانش نگهداری و تعمیرات شامل مجموعه‌ای از فعالیت‌های فنی[1]، اداری[2] و مدیریتی[3] با هدف نگهداشت سیستم و باز احیایی[4] سیستم است که دربرگیرنده واکنش‌های بعد از خرابی یا اصلاحی و نیز واکنش‌های قبل از خرابی یا پیشگیرانه هستند (CEN, 2001; EN 13306, 2010). سطوح سازمانی در حوزه مدیریت نگهداری و تعمیرات به‌طور کلی در سه سطح راهبردی (بلندمدت)، تاکتیکی (میان‌مدت) و عملیاتی (کوتاه‌مدت) تقسیم‌بندی می‌شود (Tubis & Werbińska-Wojciechowska, 2015; Anthony, 1965; Pintelon & Gelders, 1992; Bottani, Ferretti, Montanari, & Vignali, 2014; Terminology, 2010) که یک شمای کلی از آن در شکل ۱ ارائه شده است. در سطح راهبردها، تعیین چشم‌اندازها، ماموریت‌ها و اهداف اصلی از نگهداشت، متناسب با نیازهای مشتریان یا سازمان صورت می‌پذیرد (Al-Turki, Ayar, Yilbas, & Sahin, 2014; Thomas, 2005). همچنین در این سطح، منابع موردنیاز شامل مالی، انسانی و تکنولوژیکی با هدف افزایش رقابت‌پذیری به همراه محدودیت‌ها و موانع قانونی و نیز مسائل اجتماعی و زیست‌محیطی، مورد توجه است (Van Horenbeek & Pintelon, 2014; Pintelon & Gelders, 1992; Hassanain, 2002). در سطح تاکتیکی، مدیریت مؤثر و اختصاص بهینه منابع تعیین‌شده در سطح پیشین، مورد بررسی قرار می‌گیرد. همچنین در این مرحله انتخاب بهینه‌ترین و مناسب‌ترین سیاست‌های نگهداری و تعمیرات شامل انواع فعالیت‌های واکنشی و پیشگیرانه[5] با هدف ارتقای سطح قابلیت اطمینان و قابلیت دسترسی ماشین‌ها صورت می‌پذیرد (Pintelon & Gelders, 1992; Zhou *et al*., 2017).

در این مطالعه به‌منظور ارزیابی و اولویت‌بندی عوامل مؤثر بر مدیریت نگهداری و تعمیرات در کشت و صنعت‌ها از روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره[6] مانند روش بهترین-بدترین[7] استفاده شده است. در سال‌های اخیر این روش در بسیاری از مسائل مرتبط با صنایع، مدیریت، تکنولوژی، انرژی، آموزش و سایر موارد، مورد توجه محققان و تصمیم‌گیرندگان به‌ویژه در حل مسائل چندوجهی بوده است (Kheybari, Rezaie, Naji, Javdanmehr, & Rezaei, 2020; Moktadir *et al*., 2020; Van de Kaa, Fens, & Rezaei, 2019). مهم‌ترین ویژگی‌های برتر روش بهترین-بدترین در مقایسه با سایر روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره مانند روش تحلیل سلسله مراتبی[8] می‌توان به مواردی چون؛ الف) دارا بودن یک ساختار مقایسه زوجی بسیار قوی، ب) کارایی بیش‌تر داده‌ها (به‌عبارتی به داده‌های مقایسه‌ای کم‌تر نیاز دارد)؛ ج) کاهش سوگیری‌های احتمالی از سوی پاسخ‌دهندگان، در طول فرآیند وزن‌دهی و نیز د) دستیابی به جواب‌ها و نتایج قابل‌اعتمادتر، به‌عبارتی دیگر، چنین راه‌حل بهینه ارائه می‌دهد که باعث افزایش انعطاف‌پذیری در دستیابی به بهترین نقطه وزنی می‌شود، اشاره کرد (Rezaei, 2015; Rezaei, 2016).

مطالعات قابل‌توجهی به بررسی و شناخت ابعاد و عناصر اصلی در مدل/چارچوب نهایی مدیریت نگهداری و تعمیرات پرداخته‌اند. برای مثال در تحقیقی سه معیار شامل روش‌های پیش‌کنشی، ارتباطات نرم[9] و ارتباطات سخت[10] نگهداری و تعمیرات به‌عنوان اصلی‌ترین متغیرها در مدل نگهداری و تعمیرات معرفی شدند. براساس این معیارها، یک بررسی میدانی در شرکت‌های سوئدی صورت پذیرفت که در آن‌ها، رویکردهای پیش‌کنشی و ارتباط بخش‌های نگهداری و تعمیرات به‌عنوان مهم‌ترین عناصر در فرآیندهای رقابت‌پذیری و انعطاف‌پذیری در تصمیم‌گیری‌ها شناخته شدند (Jonsson, 2000). به‌منظور دستیابی به یک مدل مناسب کسب و کار در حوزه نگهداشت، چهار معیار راهبردی از قبیل گزینه‌های تحویل خدمات، طراحی سازمانی، روش نگهداشت و سیستم‌های پشتیبان پیشنهاد شد (Tsang, 2002). در ادامه مطالعه پیشین، اثرات مدیریت مدرن نگهداری و تعمیرات بر روی کارآیی کلی سازمانی در شرکت‌های بزرگ و هوشمند مورد بررسی قرار گرفت.

1- Technical
2- Administrative
3- Managerial
4- Retain and restore
5- Corrective & preventive actions
6- Multi-Criteria Decision-Making (MCDM)
7- Best Worst Method (BWM)
8- Analytical Hierarchy Process (AHP)
9- Hard maintenance integration
10- Soft maintenance integration



شکل ۱– سطوح سازمانی در مدیریت نگهداری و تعمیرات

Fig.1. Organizational levels in maintenance and repair management (Tubis & Werbińska-Wojcowska, 2015)

یک چارچوب مدیریتی با تکیه بر معیارهایی چون سیستم فناوری اطلاعات، شاخص‌های مدیریتی نگهداشت، مهارت‌های فنی، و سیستم مدیریت تولید ارائه شد (Marquez & Gupta, 2004). در تحقیق دیگری، مجموعه‌ای از دستورالعمل‌ها و رویه‌ها برای ارزیابی فعالیت‌های نگهداری و تعمیرات در صنایع تولیدی براساس معیارهایی چون سازماندهی امور نگهداشت، برون‌سپاری فعالیت‌های نگهداشت، سیستم‌های اطلاعاتی، سیاست‌گذاری‌ها، سطح تکنولوژی، مهارت‌های سخت و نرم، دسترسی به نیروی کار، مدیریت موجودی، آموزش و یادگیری مستمر مورد استفاده واقع شد (Salonen, 2008; Salonen, 2009). در همین راستا، به‌کارگیری روش‌های کاربردی با هدف طراحی مدل‌های مدیریتی پیشنهاد شد که هدف آن کاهش شکاف‌های موجود بین تئوری‌های دانشگاهی و محیط واقعی در صنعت بود. کلیدی‌ترین عناصر در مدل پیشنهادی شامل توسعه راهبردها، مهارت‌ها، سازماندهی نگهداشت، فرهنگ، و تکنولوژی بود (Bengtsson & Salonen, 2009). در مطالعه‌ای، به مرور مهم‌ترین معیارهای سنجشی برای دست‌یابی به مدل تعالی نگهداری و تعمیرات پرداخته شد. مهم‌ترین معیارهای اثرگذار بر مدیریت نگهداری و تعمیرات شامل مدیریت قراردادها، برنامه‌ریزی و زمان‌بندی، مدیریت موجودی‌ها، سیستم پشتیبان نگهداشت، بهینه‌سازی مالی راهبردها و سیاست‌ها، گزارش‌دهی و مدیریت سفارشات، آموزش، مدیریت اسناد و مدارک، و نیز مشارکت مدیریت تولید شناخته شدند (Wireman, 2010). در پژوهشی دیگر، با هدف طراحی مدل نگهداشت در شرکت‌های تولیدی، ارائه چارچوبی نوین برای بهبود و اثربخشی برنامه‌های نگهداری و تعمیرات صورت پذیرفت. در این مدل، معیارهایی چون راهبردها و اهداف، مدیریت جنبه‌های انسانی، مکانیزم‌های پشتیبان، سیاست‌های نگهداشت، ابزارها و روش‌ها و نیز رویکرد سازمان‌دهی مد نظر قرار گرفت (Sharma, 2013). در ادامه پژوهش‌های صورت‌گرفته، مدل مفهومی جدیدی با هدف دست‌یابی به یک سیستم نگهداری و تعمیرات هوشمند ارائه شد که در آن چهار عامل اصلی منابع انسانی، رویه‌های درون‌سازمانی، رویه‌های برون‌سازمانی و نهایتا بهره‌گیری از تکنولوژی‌های نرم‌افزاری/سخت‌افزاری مبتنی بر داده‌کاوی مورد توجه قرار گرفت (Bokrantz, 2019). یک مطالعه مروری با هدف مفهومی‌سازی نگهداشت پیشرفته صورت پذیرفت که در آن یک تعریف جدیدی از مفهوم نگهداشت پیشرفته با تکیه بر عناصری چون خودآموزی[1]، پایش وضعیت برخط، تصمیم‌گیری یا محوریت داده، مدیریت منابع انسانی، تداخلات و تعاملات احتمالی ارائه شد (Roda & Macchi, 2021). همچنین مطالعات دیگری به ارائه مدل‌های مفهومی در حوزه مدیریت نگهداری و تعمیرات پرداخته‌اند (Vasudevan & Duan, 2021; Bekar, Nyqvist, & Skoogh, 2020; Zhang, Yang, & Wang, 2019; Wen, Zhang, Hu, Xiang, & Shi, 2019; Kumar, Shankar, & Thakur, 2018; Gopalakrishnan, 2018).

علاوه بر مطالعات بنیادی و مفهومی در حوزه مدیریت نگهداری و تعمیرات، در ادامه به مروری بر سیر مطالعات تخصصی در زمینه مدیریت نگهداری و تعمیرات در صنایع کشاورزی و غذایی پرداخته

1- Self-learning

شده است. برای مثال در تحقیقی وضعیت عملکرد برنامه‌های نگهداری و تعمیرات در صنایع غذایی در اتریش مورد بررسی قرار گرفته است. مهم‌ترین ابعاد مدیریتی شامل مدیریت و رهبری، راهبرد و سیاست‌گذاری، مدیریت فرآیندها و منابع، و صلاحیت شغلی نیروی کار در نظر گرفته شد. نتایج نشان داد که امکان افزایش رقابت‌پذیری و بهبود کیفیت اقتصادی در صنایع غذایی وجود دارد (Meixner, Pöchtrager, & Haas, 2001). مشکلات و چالش‌های اصلی در واحدهای تولید و نگهداشت در مزارع کشاورزی در اوکراین مورد بررسی قرار گرفت. مهم‌ترین معیارهای اثرگذار در این مطالعه شامل زیرساخت‌های تدارکاتی، ارتباط بین واحدهای نگهداشت با کارگاه‌ها و نیز پشتیبانی‌های اطلاعاتی گزارش شد (Horyovy, 2007; Reis & Alves, 2020). مدیریت نگهداری و تعمیرات و نیز امکان دست‌یابی به تولید ناب[1] در مزارع لبنی مورد مطالعه قرار گرفت. مهم‌ترین فعالیت‌های برنامه‌ریزی‌شده شامل اولویت‌بندی فعالیت‌های نگهداشت، نظارت بر برنامه‌های نگهداشت، راهبردهای نگهداشت و نیز روش‌های تولید ناب بود (Arslankaya & Atay, 2015). ارتقای سیستم‌های مدیریت نگهداری و تعمیرات در صنایع غذایی و شیمایی در دستور کار قرار گرفت. مهم‌ترین شاخص‌های کلیدی برای توسعه مدل شامل سازوکارها برای ارزیابی عملکرد برنامه نگهداشت، سیستم‌های برنامه‌ریزی پیشگیرانه و تشخیص عیوب، سیستم‌های اطلاعاتی و روش‌های نوین نگهداشت، اهداف راهبردی، سازمان‌دهی مرکزی و برون‌سپاری فعالیت‌ها بود (Branská, Pecinová, Paták, Stankova, & Kholová, 2016). در مطالعه دیگری یک سیستم زمان‌بندی هوشمند به همراه تئوری‌های پایه به‌منظور مدیریت نگهداشت ماشین‌های کشاورزی ارائه شد. نتایج تحلیل‌ها حاکی از آن بود که چارچوب پیشنهادی بستر مناسبی برای بهبود روندهای جمع‌آوری و پردازش داده‌های عملیاتی فراهم کرده و نیز امکان هوشمندسازی فعالیت‌های نگهداشت در ماشین‌های کشاورزی وجود دارد (Liu, Hu, Wen, & Tang, 2018). به دنبال این مطالعه، یک پلتفرم دیگری با هدف تشخیص عیوب در ماشین‌های کشاورزی از طریق کسب اطلاعات و داده‌های لازمه از اجزای تشکیل‌دهنده ماشین‌ها و نیز ریشه‌یابی علل خرابی‌ها ارائه شد. در این پلتفرم به‌منظور بهبود روند تصمیم‌گیری‌ها، معیارهایی چون اکتساب و تحلیل داده‌ها با بهره‌گیری از اینترنت و رویکرد داده‌های عظیم[2] در نظر گرفته شد (Li, Zheng, & Zhao, 2019). ارزیابی عملکرد نگهداری و تعمیرات در کشت و صنعت‌ها با تکیه بر معیارهایی چون برنامه‌ریزی و زمان‌بندی، توسعه سیاست‌گذاری‌ها، مدیریت اقلام و قطعات یدکی، سازمان‌دهی امور نگهداشت، مدیریت مالی و منابع انسانی انجام گرفت. بررسی ابعاد بنیادی در سه سطح صنعت، مدیریت نگهداشت و فعالیت‌های نگهداشت، نشان داد که امکان شناسایی مهم‌ترین نقاط ضعف و فرصت‌های بهبودی در کشت و صنعت‌ها وجود دارد (Gandhare & Akarte, 2020). به دنبال این پژوهش، یک سیستم مدیریت یکپارچه نگهداری و تعمیرات با هدف پایش خطوط تولید در صنایع تولید بیسکویت پیشنهاد شد. سیستم تشخیص عیوب در این تحقیق، قابلیت شناسایی عوامل کاهش بهره‌وری، کیفیت اثربخشی، وضعیت سلامت ماشین‌های و تجهیزات، و نیز میزان فرسودگی یا فرسایش آن‌ها را دارا بود (Amrani, Alhomdi, Ghaleb, Al-Qubati, & Shameeri, 2020). همچنین در مطالعه‌ای به کلیدی‌ترین معیارها در مدیریت نگهداری و تعمیراتِ دارایی‌های فیزیکی در مراکز اسنک مواد غذایی اندونزی پرداخته شد. مهم‌ترین ابعاد در مدل پیشنهادی شامل به‌کارگیری سیاست‌ها و سازمان‌دهی امور نگهداشت، برنامه‌ریزی و کنترل، هزینه‌های نگهداشت، پارامتر بهبود مستمر و نیز مدیریت منابع انسانی بودند (Gandhi, Purwani, Susanti, & Prasetya, 2021).

براساس پیشینه تحقیقات انجام‌شده در جدول ۱ شامل مطالعات مفهومی و تخصصی در صنایع مختلف، به‌طور کلی می‌توان مهم‌ترین معیارها در مدل‌های یکپارچه و مدیریت کارآمد نگهداری و تعمیرات، را در سه بعد یا معیار اصلی شامل: ۱- مدیریت سازمانی[3]، ۲- عوامل انسانی[4] و ۳- عوامل ساختاری[5] تقسیم‌بندی کرد. بدین منظور در "مدیریت سازمانی"، عواملی چون راهبردهای و سیاست‌گذاری‌های نگهداشت، حمایت مدیران عالی در مدیریت نگهداشت، آگاهی از اهمیت مباحث نگهداشت، اندازه‌گیری عملکرد و پایش پیوسته فعالیت‌های نگهداشت، اختصاص بودجه لازمه و نیز مدیریت بهینه موجودی‌ها و مدیریت چرخه کار و استانداردسازی فعالیت‌ها نقش بنیادی ایفا می‌کنند. در سطح "مدیریت عوامل انسانی" نیز عناصری چون اهمیت و جایگاه آموزش و یادگیری در پرسنل نگهداشت، تعهد افراد و مشارکت مستمر آن‌ها در فعالیت‌های نگهداشت، صلاحیت و توانمندی پرسنل نت (نیروی متخصص) و نیز آگاهی کارکنان از اهداف و راهبردهای نگهداشت نقش کلیدی ایفا می‌نمایند. از طرفی در سطح "مدیریت عوامل ساختاری" زیرمعیارهایی چون مستندسازی فعالیت‌های نگهداشت، برخورداری از یک ساختار سازمانی مناسب در گردش کارهای نگهداری و تعمیرات، برخورداری از ساختارهای سیستم اطلاعاتی مناسب در کنار به‌کارگیری تجهیزات مناسب و نیز مدیریت مناسب قراردادها و نحوه تعامل با عوامل برون‌سازمانی نقش اساسی ایفا می‌کنند.

1- Lean manufacturing
2- Big Data
3- Organization management
4- Human-related
5- Organizational aspects

جدول ۱– مروری بر معیارها و زیرمعیارهای تأثیرگذار در مدل تعالی نگهداری و تعمیرات (از سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۱)
Table 1- Review of criteria and sub-criteria in excellence maintenance and repair management model

ابعاد یا معیار اصلی Main criteria	منبع Reference	ابعاد یا معیار اصلی Main criteria	منبع Reference
گزینه‌های تحویل خدمات، طراحی سازمانی، روش‌های نگهداشت، سیستم‌های حمایتی یا پشتیبان Service delivery options, organizational design, maintenance methods, support systems	Tsang (2002)	سیستم فناوری اطلاعات، شاخصه‌های مدیریتی نگهداشت، مهارت‌های فنی، سیستم مدیریت تولید Information technology system, maintenance management indicators, technical skills, production management system	Jonsson (2000)
ابعاد تصمیم‌گیری ساختاری، ابعاد تصمیم‌گیری زیربنایی (سازمان نگهداشت، سیاست‌های نگهداشت و مفاهیم، برنامه‌ریزی و سیستم‌های کنترل، منابع انسانی، اصلاحات نگهداشت) Organizational decision-making dimensions, basic decision-making dimensions (maintenance organization, maintenance policies and concepts, planning and control systems, human resources, maintenance reforms)	Pinjala, Pintelon, & Vereecke (2006)	روش‌های پیش‌کنشی، ارتباطات/تعاملات نرم، ارتباطات/تعاملات سخت Proactive methods, soft communication/interactions, hard communication/interactions	Marquez & Gupta (2004)
عوامل تکنولوژیکی، لجستیک یا زنجیره ، مدیریت عملیات‌ها (پشتیبانی از فعالیت‌های نگهداشت در برنامه‌ریزی، هماهنگی و ارائه منابع) Technological factors, logistics or chain, operations management (supporting maintenance activities in planning, coordinating and providing resources)	Pintelon & Parodi-Herz (2008)	مدل‌های بهینه‌سازی، روش‌های نگهداشت، فرآیند برنامه-ریزی و زمان‌بندی، سیستم‌های اطلاعاتی Optimization models, maintenance methods, planning and scheduling process, information systems	Garg & Deshmukh (2006)
توسعه/بهبود راهبردها، مهارت‌ها، سازماندهی نگهداشت، فرهنگ، تکنولوژی Development/improvement of strategies, skills, maintenance organization, culture, technology	Bengtsson & Salonen (2009)	سازمان‌دهی نگهداشت، برون‌سپاری امور، سیستم‌های اطلاعاتی و کنترلی، سیاست‌گذاری‌ها، سطح تکنولوژی، مهارت سخت و نرم، تعداد و دسترسی به نیروی کار، مدیریت اقلام و موجودی، آموزش و یادگیری مستمر Maintenance organization, outsourcing, information and control systems, policymaking, level of technology, hard and soft skills, number and access to the labor force, management of items and inventory, training, and continuous learning.	Salonen (2008); Salonen (2009)
مدیریت منابع انسانی، مدیریت مواد و اقلام موجودی، مدیریت زیرساختی، مدیریت اطلاعاتی Human resources management, management of materials and inventory items, infrastructure management, information management	Barberá, Crespo, Viveros, & Stegmaier (2012)	فرآیند قراردادها، برنامه‌ریزی و زمان‌بندی، مدیریت موجودی، سیستم پشتیبان، بهینه‌سازی مالی، راهبردها و سیاست‌ها، گزارش‌دهی و مدیریت سفارشات، مدیریت اسناد، آموزش، مشارکت مدیریت تولید Contracts process, planning, and scheduling, inventory management, support system, financial optimization, strategies and policies, order reporting and management, document management, training, production management participation	Wireman (2010)
راهبردها و اهداف، مدیریت جنبه‌های انسانی، مکانیزم‌های پشتیبان، سیاست‌های نگهداشت، ابزارها و روش‌ها، رویکرد سازمان‌دهی Strategies and goals, human aspects management, support mechanisms, maintenance policies, tools and methods, organization approach	Sharma (2013)	سازمان‌دهی و رهبری، مشارکت، برنامه‌ریزی و زمان‌ریزی، آموزش و فرهنگ، روش‌ها و ابزارها، سیستم‌های پشتیبانی، جنبه‌های مالی Organization and leadership, participation, planning and scheduling, education and culture, methods and tools, support systems, financial aspects	Fredriksson & Larsson (2012)

ماژول فعالیت‌ها (تعمیر، نگهداری، طراحی، اصلاح)، ماژول منابع (مردم، تجهیزات و ابزار، مواد، فناوری اطلاعات)، ماژول رویه‌ها/سازوکارها (سیاست، سازمان‌دهی، اطلاعات و مستندات، برون‌سپاری) Activities module (repair, maintenance, design, modification), resources module (people, equipment and tools, materials, information technology), procedures/mechanisms module (policy, organization, information and documentation, outsourcing)	Milana, Khan, M. & Munive-Hernandez (2017)	منابع انسانی، بهبود مستمر، جنبه مالی، راهبردها، سازمان‌دهی، سیاست‌ها، ابزارها و روش‌ها، مکانیزم پیشتیبانی، برنامه‌ریزی و زمان‌بندی، تعهدات نگهداشتی Human resources, continuous improvement, financial aspect, strategies, organization, policies, tools and methods, support mechanism, planning and scheduling, maintenance commitments.	Karia, Asaari, & Saleh (2014)
مدیریت اطلاعات، مدیریت قرارداد نگهداشت، مدیریت موجودی، رویه و روش نگهداشت، سیاست مدیریت ارشد، پیشرفت مداوم و پیوسته، جنبه مالی Information management, maintenance contract management, inventory management, maintenance procedure and method, senior management policy, continuous and continuous improvement, financial aspect	Naji, Oumami, Bouksour, & Beidouri (2019)	منابع انسانی، رویه درون‌سازمانی، رویه برون‌سازمانی، تکنولوژی‌های مبتنی بر داده Human resources, internal procedure, external procedure, data-based technologies	Bokrantz (2019)
قابلیت اطمینان و برنامه‌های پیش‌کنشی، سیستم پاسخ‌دهی خدمات، اثربخشی و کیفیت، از کارافتادگی و ایمنی، معضلات انرژی و محیط‌زیست، کارایی تیم، معضلات رویه‌فعالیت‌ها، مدیریت بودجه، منابع انسانی Reliability and predictive plans, service response system, effectiveness, and quality, failure and safety, energy and environment problems, team efficiency, activity procedure problems, budget management, human resources	Gomes, Yasin, & Simões (2020)	برنامه‌ریزی و زمان‌بندی، سیاست‌های توسعه‌ای، سازمان‌دهی، جنبه مالی، منابع انسانی، مدیریت موجودی‌ها، مدیریت اطلاعات و پشتیبان Planning and scheduling, development policies, organization, financial aspect, human resources, inventory management, information management and support	Gandhare & Akarte (2020)
خودآموزی، پایش وضعیت برخط، تصمیم‌گیری بر مبنا یا محوریت داده، تغییر انقلابی، مدیریت منابع انسانی، تداخلات و تعاملات احتمالی Self-learning, online situation monitoring, decision-making based on data, revolutionary change, human resource management, interactions, and possible interactions.	Roda & Macchi (2021)	آموزش و یادگیری، همکاری و مشارکت، تکنولوژی و نوآوری، تخصیص بودجه، سیاست‌گذاری‌ها، نگهداشت برنامه‌محور، فرهنگ حل مساله، ساختار سازمانی Education and training, cooperation and partnership, technology and innovation, budget allocation, policymaking, program-oriented maintenance, problem-solving culture, organizational structure	Priyantha (2021)

از آن‌جا که مطالعات بنیادی، توسعه‌ای و نیز کاربردی بسیار کمی با هدف بررسی، بهبود و ارتقای مدل‌های مدیریت نگهداری و تعمیراتِ سرمایه‌های فیزیکی در حوزه صنایع کشاورزی انجام شده است، مطالعه حاضر به دنبال یک بررسی همه‌جانبه و ارائه یک چارچوب مدیریتی نگهداری و تعمیرات با تکیه بر فرآیندهایی چون طرح‌ریزی و مفهومی‌سازی اولیه و به دنبال آن ارزیابی آن‌ها با هدف بهبود برنامه‌های نگهداشت در صنایع کشاورزی می‌باشد. عمده تمرکز این پژوهش بر روی دخالت دادن سطوح راهبردی و تاکتیکی در مدل مدیریت نگهداری و تعمیرات در صنایع کشاورزی و در نهایت گسترش سازوکارها به سمت رویکرد عملیاتی، در قالب برنامه‌ریزی‌های کوتاه‌مدت است. به‌منظور ارزیابی مدل پیشنهادی در زمینه مدیریت نگهداری و تعمیرات در پژوهش حاضر، اراضی کشاورزی با سطح زیرکشت بالای ۲۰۰۰ هکتار در کشت و صنعت‌های شهرستان مشهد مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

شرح مختصری از گام‌های چهارگانه پژوهش حاضر مطابق زیر می‌باشد که در شکل ۲ نیز به نمایش درآمده است:

گام نخست: طرح‌ریزی و مفهومی‌سازی چارچوب مدیریت نگهداری و تعمیرات در حوزه صنایع کشاورزی براساس روش‌های بررسی منابع کتابخانه‌ای و نیز طراحی پرسشنامه اولیه به منظور بهره‌مندی از نظر خبرگان مطرح در مورد معیارها و زیرمعیارهای انتخابی.

گام دوم: طراحی پرسشنامه ثانویه به‌منظور شناخت مهم‌ترین معیارها و زیرمعیارهای اثرگذار بر مدیریت کارآمد نگهداری و تعمیرات در کشت و صنعت‌های شهرستان مشهد صورت گرفت. بدین منظور براساس اطلاعات پرسشنامه اولیه و بررسی منابع انجام‌شده، از نظرات کارشناسان و مدیران در حوزه مدیریت صنایع کشاورزی و صنایع وابسته بودند، بهره گرفته شد.

جدول ۲- اطلاعات مربوط به انواع ماشین‌ها، ادوات، تجهیزات به همراه انواع محصولات در واحدهای کشت و صنعت

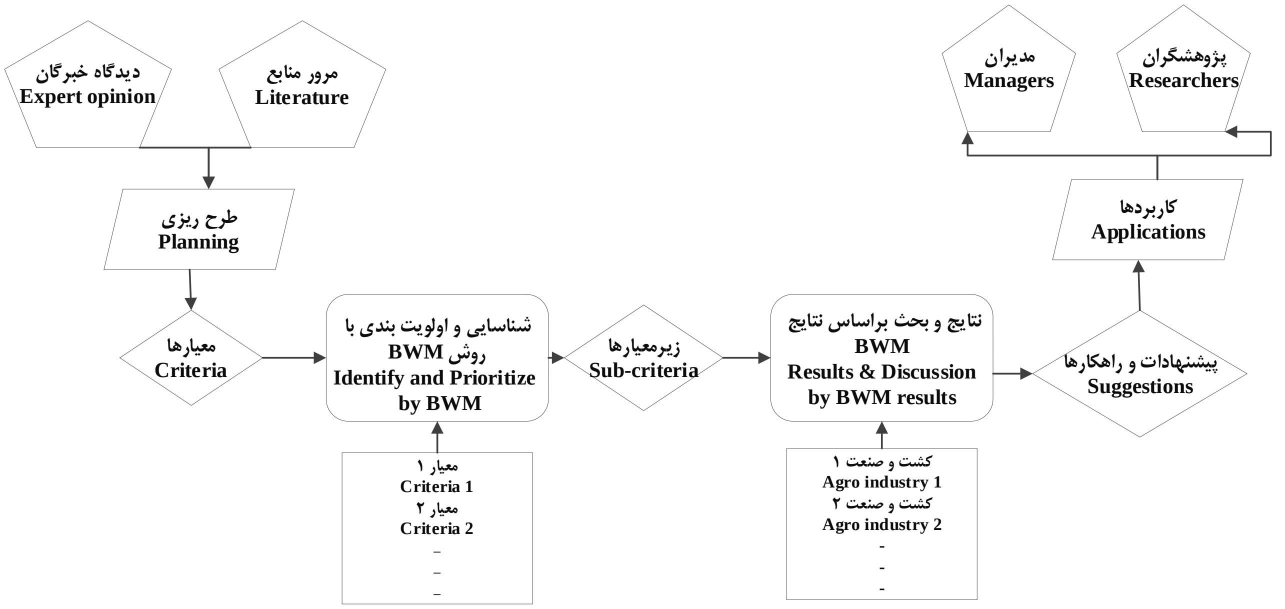
Table 2- Information related to all types of machines, tools, equipment, along with all types of products in agro-industries

انواع ماشین‌آلات مورد استفاده Types of machines used	تراکتورها Tractors	تراکتورهای بزرگ مخصوص فعالیت‌های مزرعه و امور دام، تراکتورهای کوچک مخصوص فعالیت‌های باغی Large tractors for farm and livestock activities, small tractors for garden activities	
	ادوات و دیگر ماشین‌ها در سطح مزارع Implements and other farm machines	گاوآهن‌ها، دیسک‌ها و لولرها، چیزل‌ها Plows, discs and levelers, chisels	مخصوص خاک‌ورزی Tillage process
		خطی‌کارها، نشاء‌کارها، ردیف‌کارها Planters and seeders	مخصوص فرآیند کاشت Cultivation/Planting process
		سمپاس‌های دستی و نیمه‌مکانیزه، کودپاش‌ها، سیستم‌های آبیاری تحت فشار و قطره‌ای، میکروالمنت‌ها، انواع ادوات هرس، انواع پمپ‌ها Manual and semi-mechanized sprayers, fertilizer sprayers, pressurized and drip irrigation systems, microelements, pruning tools, pumps	مخصوص فرآیند داشت Maintain process
		دروگرها، شیکرها، بیلرها، کمباین‌ها Harvesters, Shakers, Balers, Combines	مخصوص فرآیند برداشت و بسته‌بندی Harvesting and packaging process
	تجهیزات مخصوص گلخانه Special greenhouse equipment	تأسیسات تهویه، تأسیسات گرمایشی، تأسیسات سرمایشی، سیستم‌های کانال کشی و آبیاری، سیستم‌های کنترل برق و روشنایی، تجهیزات رطوبت‌رسانی. Ventilation facilities, heating facilities, cooling facilities, canalization and irrigation systems, .electricity and lighting control systems, and humidification equipment	
	تجهیزات در سطح دامپروری‌ها Livestock farming equipment	میکسر، علوفه خردکن، ماشین بیلر، تأسیسات تهویه، تأسیسات گرمایشی، تأسیسات سرمایشی، سیستم‌های آبخوری، سیستم‌های شیردوشی، سیستم‌های خنک‌کاری شیر (شیرسردکن‌ها)، مبدل‌های حرارتی Mixer, fodder crusher, baler, ventilation facilities, heating facilities, cooling facilities, drinking systems, milking systems, milk cooling systems (milk coolers), heat exchangers	
	تجهیزات حمل و نقل و عمرانی Transportation equipment	تریلی‌ها، لودرها، گریدرها، کامیون‌ها Trolleys, loaders, graders, trucks	
محصولات زراعی Crops	گندم و جو wheat and barley	زمان کشت مهر تا آذرماه، زمان برداشت تیرماه Cultivation time is from October to December, harvest time is in July	
	چغندرقند Sugar beet	زمان کشت اسفند تا فروردین ماه، زمان برداشت مهر و آبان Cultivation time from March to April, harvest time is in October and November	
	ذرت علوفه‌ای fodder corn	زمان کشت خرداد ماه، زمان برداشت مهرماه Cultivation time in June, harvest time in October	
	کلزا Canola	زمان کشت شهریور ماه، زمان برداشت خردادماه Cultivation time is in September, harvest time is in June	
محصولات صیفی‌جات Summer products	گوجه‌فرنگی Tomato	زمان کشت اردیبهشت ماه، زمان برداشت شهریورماه Cultivation time in May, harvest time in September	
	خربزه Melon	زمان کشت خردادماه، زمان برداشت شهریورماه Cultivation time in June, harvest time in September	
محصولات باغی Garden products	سیب Apple	زمان برداشت شهریور تا مهرماه Harvest time from September to October	
	گلابی Pear	زمان برداشت شهریورماه Harvest time in September	
	هلو Peach	زمان برداشت اردیبهشت و خرداد ماه Harvest time in May and June	
	گوجه سبز Greengage	زمان برداشت اردیبهشت و خرداد ماه Harvest time in May and June	
	شلیل Nectarine	زمان برداشت تیرماه Harvest time in July	
	گیلاس Cherry	زمان برداشت تیرماه Harvest time in July	

پرسشنامه‌های ارسالی عمدتا در اختیار کارشناسان و مدیران در واحدهای کشت و صنعت مزرعه آستان قدس رضوی، کشت و صنعت نمونه امید خراسان، کشت و صنعت سبزداناب، کشت و صنعت رشدینه و کشت و صنعت سادات خراسان گرفت که دارای حجم بالایی از ناوگان ماشین‌ها و ادوات کشاورزی در سطوح مزرعه و گلخانه، حمل و نقل و فرآوری محصولات کشاورزی بودند. جدول ۲ اطلاعات مربوط به نوع محصولات و کشت‌ها، فصول کشت و برداشت، نوع ماشین‌های متداول در عملیات‌های مختلف در سطح کشت و صنعت‌های مورد بررسی آورده شده است. همچنین براساس بررسی‌های میدانی صورت گرفته، نوع سیستم نگهداری و تعمیرات به‌کار رفته در حال حاضر از نوع واکنشی (اصلاح بعد از خرابی) برای اغلب ماشین‌ها و تجهیزات در این واحدها می‌باشد.

گام سوم: تجزیه و تحلیل داده‌های گردآوری‌شده. با دریافت نظرات کارشناسی خبرگان، به‌منظور اولویت‌بندی معیارها و زیر معیارها در چارچوب مدل مفهومی نگهداری و تعمیرات از روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره استفاده شد.

گام چهارم: در این بخش، هریک از معیارها و زیرمعیارهای تأثیرگذار بر مدیریت کارآمد نگهداری و تعمیرات در کشت و صنعت‌ها مورد بحث و بررسی بیشتر قرار گرفت و با مقایسه با سایر مطالعات انجام‌شده، راهکارها و پیشنهادات کاربردی با هدف بهره‌مندی از نتایج آن برای مدیران و کارشناسان در کشت و صنعت‌ها و نیز قابلیت تعمیم‌پذیری آن برای سایر صنایع غذایی و کشاورزی ارائه شد.

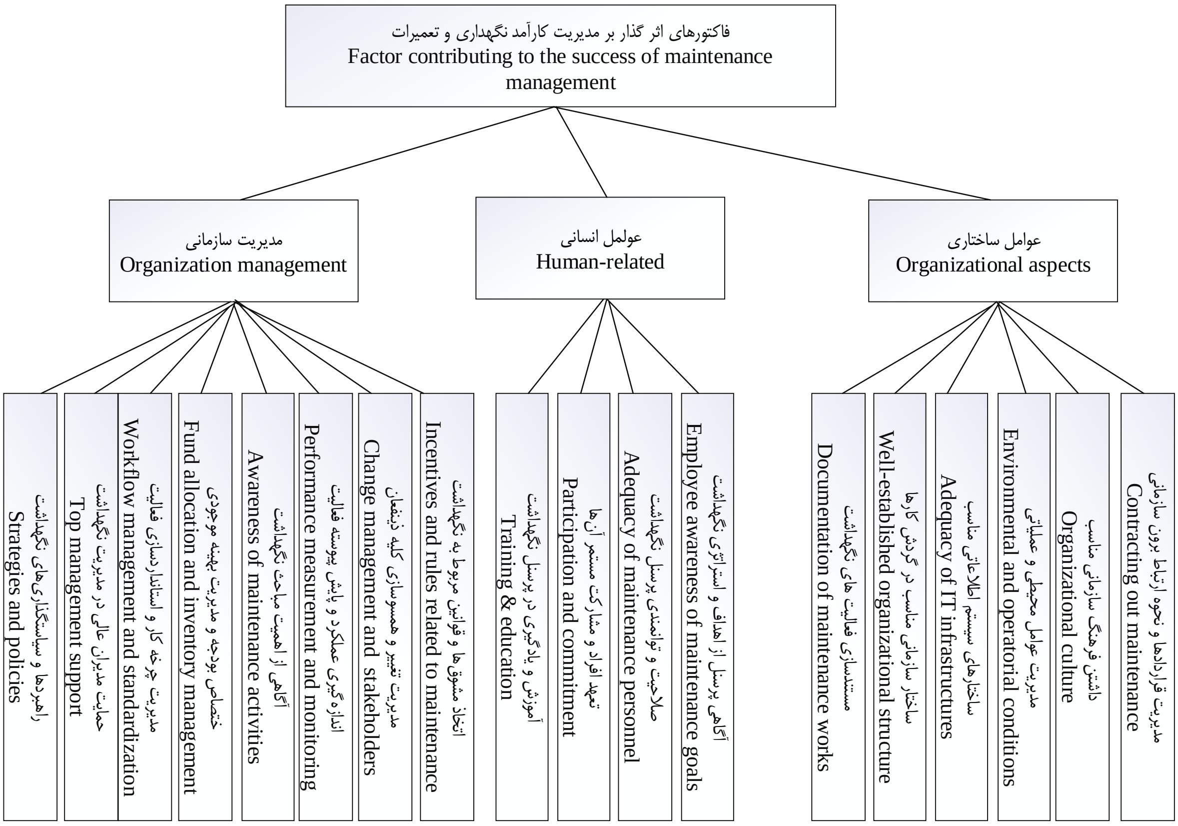


شکل ۲- مراحل انجام پژوهش (شناسایی و اولویت‌بندی معیارها/زیرمعیارهای مؤثر بر مدیریت کارآمد نگهداری و تعمیرات)

Fig.2. Steps of conducting research (identifying and prioritizing criteria / sub-criteria affecting efficient maintenance and repair management)

طرح‌ریزی با هدف تعیین معیارها و زیرمعیارهای تأثیرگذار

به دنبال مرور منابع صورت‌گرفته در جداول ۱ و ۲، با هدف شناسایی معیارها و زیرمعیارهای تأثیرگذار بر مدیریت کارآمد نگهداری و تعمیرات، پرسشنامه اولیه به‌منظور تأیید، حذف یا اضافه کردن معیارها و زیرمعیارهای مورد مطالعه، از طریق نظرات کارشناسی ۱۵ خبره با سوابق مشاوره و مدیریت نگهداری و تعمیرات حداقل ۱۵ سال در صنایع مختلف، طراحی شد. بدین منظور در معیار مدیریت سازمانی، زیر معیارهای دیگری چون "مدیریت تغییر و همسوسازی کلیه ذی‌نفعان" و "اتخاذ مشوق‌ها و قوانین مربوط به نگهداشت" و در معیار عوامل ساختاری زیر معیارهایی چون"مدیریت عوامل محیطی و عملیاتی" و نیز "داشتن فرهنگ سازمانی مناسب" از نگاه خبرگان پیشنهاد گردید که نتایج آن به همراه نتایج مرور منابع، در شکل ۳ آورده شده است.



شکل ۳- طبقه‌بندی معیارها و زیرمعیارهای اثرگذار بر مدیریت نگهداری و تعمیرات براساس پیشینه تحقیقات و نظر خبرگان

Fig.3. Classification of criteria and sub-criteria affecting maintenance and repair management based on available literature and expert opinion

اولویت‌بندی عوامل مؤثر بر مدیریت نگهداری-تعمیرات با کمک روش بهترین-بدترین

طراحی پرسشنامه ثانویه به‌منظور شناخت و اولویت‌بندی مهم‌ترین معیارها و زیرمعیارهای اثرگذار بر مدیریت کارآمد نگهداری و تعمیرات در کشت و صنعت‌های شهرستان مشهد انجام گرفت. بدین منظور براساس اطلاعات پرسشنامه اولیه و نیز بررسی منابع انجام‌شده، پرسشنامه ثانویه در اختیار ۳۰ کارشناس خبره که دارای سوابق مدیریتی و اجرایی در بخش‌های صنایع کشاورزی بودند، قرار داده شد که در نهایت با توجه به بررسی اطلاعات تکمیل شده/نشده، نظرات کارشناسی ۲۳ خبره مبنای تجزیه و تحلیل‌ها با کمک روش تصمیم‌گیری بهترین-بدترین قرار گرفت. اطلاعات مربوط به خبرگان شامل سطح تحصیلات، سمت شغلی و تجربه بر حسب سال در جدول ۳ آورده شده است.

روش بهترین-بدترین به‌منظور ارزیابی و اولویت‌بندی نظر خبرگان در مورد معیارهای مؤثر بر مدیریت نگهداری و تعمیرات در کشت وصنعت‌ها مورداستفاده واقع شد. نخستین بار این روش توسط رضایی (Rezaei, 2015) معرفی شد. در این روش، بهترین (مطلوب‌ترین و مهم‌ترین) معیار و بدترین (نامطلوب‌ترین و کم‌اهمیت‌ترین) معیار توسط تصمیم‌گیرندگان شناسایی شده و سپس مقایسات زوجی بین این دو معیار بهترین و بدترین و سایر زیرمعیارها انجام می‌شود. به دنبال آن، یک مسأله بهینه‌سازی حداقل-حداکثری[1] به‌منظور تعیین وزن معیارها و زیرمعیارهای اثرگذار فرمول‌بندی و حل می‌شود. به عبارتی این روش، ابزار مناسبی برای وزن‌دهی به معیارها به شمار می‌رود. به‌طور کلی فرآیند به‌کارگیری روش تصمیم‌گیری بهترین-بدترین براساس گام‌های پنج‌گانه زیر می‌باشد (Rezaei, 2015; Rezaei, 2016):

گام اول: تعیین یک مجموعه‌ای از معیارهای ارزیابی $\{c_1, c_2, \dots, c_n\}$ براساس دیدگاه خبرگان یا تصمیم‌گیرندگان.

گام دوم: شناسایی مهم‌ترین معیارها (بهترین (B)) و کم‌اهمیت‌ترین معیارها (بدترین (W)) براساس دیدگاه خبرگان یا تصمیم‌گیرندگان، جایی‌که هر فرد می‌تواند پاسخ‌های متفاوتی داشته باشد.

گام سوم: تعیین بهترین معیار اولویت‌دار در مقایسه با سایرمعیارها

1- Max-Min

از طریق نمره‌دهی از عدد ۱ تا ۹. جایی که عدد ۱ به مفهوم اهمیت یکسان و عدد ۹ بیش‌ترین اهمیت آن معیار را بیان می‌کند. بدین ترتیب، نتایج مقایسه بهترین معیار در برابر دیگر معیارها به‌صورت یک بردار $A_B = (a_{B1},\ a_{B2}, \dots, a_{Bj}, \dots, a_{Bn})$ قابل تعریف است که در آن a_{Bj} نشان‌دهنده مهم بودن آن معیار (B) به ازای jمعیار مورد بررسی است.

جدول ۳- اطلاعات مربوط به خبرگان در کشت و صنعت‌های مورد مطالعه

Table 3- Information related to the experts in agro-industries

ردیف کارشناس Expert No.	تجربه بر حسب سال Years of experience	سمت شغلی Occupation	سطح تحصیلات Education	ردیف کارشناس Expert No.	تجربه بر حسب سال Years of experience	سمت شغلی Occupation	سطح تحصیلات Education
1	14	مدیرکارگاه تعمیرات Workshop manager	کارشناسی BSc	13	14	تکنیسن فنی Technician	کارشناسی BSc
2	11	مدیرکارگاه تعمیرات Workshop manager	کارشناسی ارشد MSc	14	12	مدیر امور فنی Technical manager	کارشناسی ارشد MSc
3	12	مدیر امور فنی Technical management	کارشناسی BSc	15	16	مدیرکارگاه تعمیرات Workshop manager	کارشناسی BSc
4	15	مدیر تولید و برنامه‌ریزی Production and planning manager	کارشناسی ارشد MSc	16	9	مدیر کشت و صنعت Agro-industry manager	کارشناسی ارشد MSc
5	9	مدیر کشت و صنعت Agro-industry manager	کارشناسی ارشد MSc	17	9	مدیر امور فنی Technical manager	کارشناسی ارشد MSc
6	10	مدیر کشت و صنعت Agro-industry manager	دکتری PhD	18	7	تکنیسن فنی Technician	کارشناسی ارشد MSc
7	9	مدیر تولید و برنامه‌ریزی Production and planning manager	کارشناسی ارشد MSc	19	10	مدیر تولید و برنامه‌ریزی Production and planning manager	دکتری PhD
8	12	مدیر مالی و بودجه Finance and budget manager	کارشناسی BSc	20	10	مدیر منابع انسانی Human resources manager	کارشناسی BSc
9	7	مدیرکارگاه تعمیرات Workshop manager	کارشناسی ارشد MSc	21	14	مدیرکارگاه تعمیرات Workshop manager	کارشناسی ارشد MSc
10	8	مدیر منابع انسانی Human resources manager	کارشناسی BSc	22	11	مدیرکارگاه تعمیرات Workshop manager	کارشناسی ارشد MSc
11	8	مدیر تولید و برنامه‌ریزی Production and planning manager	کارشناسی ارشد MSc	23	15	مدیر منابع انسانی Human resources manager	کارشناسی BSc
12	13	تکنیسن فنی Technician	کارشناسی BSc	–	–	–	

گام چهارم: تعیین اولویت‌دار بودن سایر معیارها در برابر بدترین یا کم‌اهمیت‌ترین معیار از طریق نمره‌دهی از عدد ۱ تا ۹. در نتیجه، نتایج دیگر معیارها در برابر بدترین معیار شناخته‌شده به‌صورت یک بردار $A_w = (a_{1W},\ a_{2W}, \dots, a_{jW}, \dots, a_{nW})$ قابل تعریف است که در آن a_{jW} نشان‌دهنده اولویت‌دار بودن یا مهم بودن سایر معیارها به‌ازای j در مقایسه با بدترین معیار (W) می‌باشد.

گام پنجم: محاسبه وزن‌های بهینه $(w_1^*, w_2^*, \dots, w_n^*)$. در واقع محاسبه وزن‌های بهینه از طریق کمینه‌کردنِ بیشینه قدرمطلق اختلاف رابطه $\{|w_B - a_{Bj}w_j|, |w_j - a_{jW}w_W|\}$ برای تمامی j ها به‌دست می‌آید که در نهایت به‌صورت یک مسأله بهینه‌سازی

مطابق با روابط (۱) و (۲) تبدیل می‌شود:

$$\min_j \max\{|w_B - a_{Bj}w_j|, |w_j - a_{jW}w_W|\} \quad (۱)$$

به شرطی که
$$\sum_{j=1}^{n} w_j = 1$$

$w_j \geq 0$ برای تمامی j ها

در ادامه، رابطه (۱) به‌صورت رابطه (۲) تبدیل می‌شود:

$$\min \xi$$

که در آن داریم:

$$|w_B - a_{Bj}w_j| \leq \xi, \text{ for all } j$$

$$|w_j - a_{jW}w_W| \leq \xi, \text{ for all } j \quad (۲)$$

$$\sum_{j=1}^{n} w_j = 1$$

$w_j \geq 0$ برای تمامی j ها

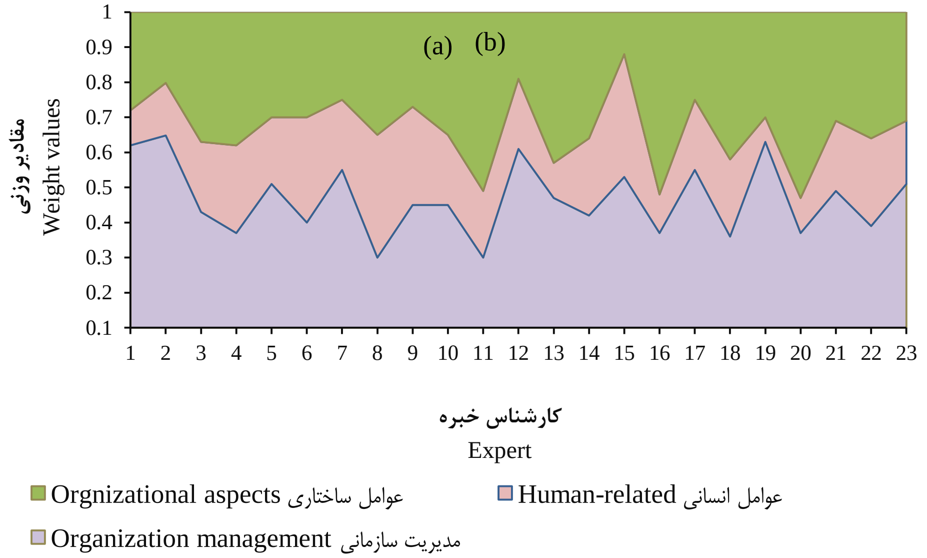
مطابق با خروجی رابطه (۲)، ξ^* and $w^* = (w_1^*, w_2^*, \dots, w_n^*)$ به‌ترتیب بیانگر وزن بهینه معیارها و نرخ سازگاری[1] در هر سطح می‌باشد. اگر نرخ سازگاری به عدد صفر نزدیک باشد، بدین مفهوم است که سطح سازگاری در مقایسات زوجی، از سوی پاسخ‌دهندگان، بسیار بالا بوده است و بالعکس. از طرفی اگر در مسائل بیش از یک سطح در درخت سلسله مراتبی برای معیارها تعریف شده باشد، آنگاه w^* که برای هر سطح تخمین زده می‌شود، به‌عنوان وزن محلی[2] شناخته خواهد شد. بنابراین وزن سراسری[3] برای هر زیرمعیار در آخرین سطح از درخت سلسله‌مراتبی از طریق ضرب وزن معیارهای محلی قابل محاسبه است. در این مطالعه از محیط برنامه‌نویسی VBA در نرم‌افزار اکسل[4] به‌منظور محاسبات روش بهترین–بدترین بهره گرفته شد.

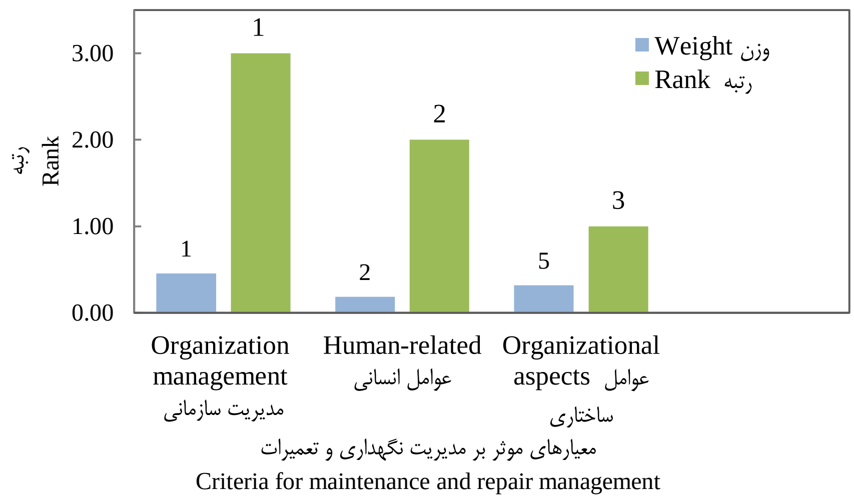
نتایج و بحث

نتایج مربوط به وزن مهم‌ترین معیارهای مؤثر بر مدیریت نگهداری و تعمیرات در کشت و صنعت‌ها از طریق دیدگاه هر یک از خبرگان و نیز میانگین وزنی آن‌ها به همراه اولویت‌بندی (رتبه‌بندی) آن‌ها براساس روش تصمیم‌گیری چندمعیاره بهترین–بدترین در شکل ۴ ارائه شده است. با توجه به نمودار سلسله مراتبی در شکل ۳ مشاهده می‌شود که از بین معیارهای مورد بررسی در سطح اوّل، معیارهای "مدیریت سازمانی"، "عوامل انسانی" و "عوامل ساختاری" به‌ترتیب دارای بالاترین اولویت با میانگین هندسی[5] وزنی ۰/۴۶۱، ۰/۱۹۲ و ۰/۳۲۵ از نگاه کارشناسان می‌باشند. هم‌چنین میانگین وزنی نرخ سازگاری (ξ^*) برابر ۰/۱۳ به‌دست آمد که هرچه به عدد صفر نزدیک‌تر باشد، کیفیت مناسب پاسخ‌دهی را نشان می‌دهد (Liang, Brunelli, & Rezaei, 2019). یکی از مهم‌ترین وظایف مدیریت سازمان، تبیین راهبردها، اهداف و سیاست‌گذاری‌ها در راستای دست‌یابی به تعالی در حوزه نگهداری و تعمیرات جهت مدیریت بهینه تجهیزات و ماشین‌ها در کشت و صنعت‌ها بوده که این امر در معیار وزن‌دهی از نگاه خبرگان قابل‌توجه می‌باشد. همچنین، براساس دیدگاه خبرگان می‌توان دریافت که نبود راهبردها و سیاست‌گذاری‌های پایدار و منسجم، به دلیل تغییرات مکرر و پیوسته در سطح مدیریت سازمان و یا به عبارتی عدم توجه کافی به مقوله "مدیریت سازمانی" در بخش کشت و صنعت‌ها بوده است. از طرفی اهمیت مقوله "مدیریت سازمانی" در مدیریت نگهداشت دارایی‌های فیزیکی مورد توجه محققان در سایر مطالعات بوده است. برای مثال در یک مطالعه به مبحث "مدیریت سازمانی" و نقش رهبران/مدیران عالی در ایجاد تغییرات اساسی برای دست‌یابی به فرهنگ نگهداشت مبتنی بر قابلیت اطمینان در سازمان‌ها/شرکت‌ها پرداخته شده است. براساس تحلیل‌های صورت گرفته رهبران شامل عمل‌گرا و تحول‌گرا دسته‌بندی شده که نقش مهمی در تبیین نقشه‌راه‌ها و چشم‌اندازها، جهت‌دهی به سمت خط مشی‌ها و راهبردها، توجه به مدیریت تغییر همگام با تحولات روز، آگاهی از نیازمندی‌های سازمان در راستای اهداف و چشم‌اندازها، حفظ تعادل سازمان در مواجهه با چالش‌ها و رکودها، و نیز پاسخ‌گویی از دیگران در قبال انحراف سازمان از اهداف دارند (Thomas, 2005). در مطالعه‌ای در صنایع تولید و فرآوری شکر، در مقوله "مدیریت سازمانی"، به‌ترتیب عواملی مانند اتخاذ سیاست‌گذاری‌های مناسب نگهداشت، اختصاص بودجه و مدیریت موجودی‌ها، ارزیابی عملکرد و پایش پیوسته فعالیت‌های نگهداشت از مهم‌ترین عوامل موفقیت گزارش شده است (Gandhare, Akarte, & Patil, 2018). از طرفی بررسی عملکرد نگهداری و تعمیرات کشت و صنعت‌ها در غرب هند نشان داد که در مرحله "مدیریت سازمانی"، اهمیت انتخاب راهبردهای مناسب نگهداشت از سوی مدیران به همراه برنامه‌ریزی و زمان‌بندی اصولی فعالیت‌ها، نقش اساسی در ارتقای عملکرد نگهداشت فعلی انواع ماشین‌ها و ادوات در سطح مزرعه دارند (Gandhare & Akarte, 2020). براساس نظر خبرگان، معیار "عوامل ساختاری" به‌عنوان اولویت دوم در مدیریت کارآمد نگهداری و تعمیرات در کشت و صنعت‌های شهرستان مشهد شناخته شد. عدم برخورداری مناسب از فرهنگ سازمانی مناسب همسو با اهداف و راهبردهای نگهداشت و نداشتن ساختار سلسله

1- Consistency rate
2- Local weight
3- Global weight
4- Excel Microsoft software
5- Geometric mean

مراتبی مناسب با هدف تعیین جایگاه افراد و نیز نقش آن‌ها از جمله وظایف مدیران عالی بوده که کم‌تر مورد توجه در این بخش بوده است. براساس مطالعات صورت‌گرفته با هدف ایجاد ساختارهای نگهداشت قابلیت اطمینان محور، توجه به مقوله ساختارهای کارکرد محور و فرآیند محور به همراه تقویت ارزش‌ها و فرهنگ سازمانی می‌تواند نقش اساسی ایفا نمایند. به عبارتی در این مرحله نیاز به تعامل گروهی با ایجاد کارگروه‌های کارکردی و فرآیندی در سطح سازمان/شرکت با هدف برقراری ارتباط بین عناصر فرهنگ سازمانی و ساختار طراحی شده می‌باشد (Thomas, 2005). از طرفی براساس نتایج به‌دست‌آمده، معیار "عوامل انسانی" ضریب وزنی و درجه اولویت کم‌تری از دیدگاه کارشناسان به خود اختصاص داده است که این امر بیش‌تر ناشی از ماهیت فصلی بودن فعالیت‌های نگهداری و تعمیرات انواع ماشین‌ها و تداخل کم‌تر نیروی انسانی در طول ایام سال در کشت و صنعت‌ها می‌باشد. اما با این وجود همسو با اهداف "مدیریت سازمانی" که دارای اولویت بالایی بوده است، تقویت برنامه‌های آموزشی سالیانه و آگاهی بخشی نیروی انسانی نسبت به راهبردها و سیاست‌گذاری‌های نگهداشت در کشت و صنعت‌ها بسیار حائز اهمیت می‌باشد.





شکل ٤- وزن‌دهی و اولویت‌بندی معیارهای مؤثر بر مدیریت نگهداری و تعمیرات در کشت و صنعت‌ها از طریق روش بهترین-بدترین

Fig.4. The weight and rank of the criteria for maintenance and repair management at the first level using BWM

در سطح دوم از نمودار سلسله مراتبی در شکل ۳ بـه تبیین زیـر معیارهای مربوط به هریک از معیارهای سه‌گانه در مدیریت نگهـداری و تعمیرات در کشت و صنعت‌ها پرداخته شـده اسـت. براسـاس نتـایج به‌دست‌آمده از روش تصمیم‌گیری بهترین–بـدترین، کـه در جـدول ۴ ارائـه شـده اسـت، در معیـار "مـدیریت سـازمانی"، زیرمعیارهـایی چون"حمایت مدیران عـالی"، "اختصـاص بودجـه و مـدیریت بهینـه موجودی" و "راهبردها و سیاست‌گذاری‌های نگهداشت" در کشـت و صنعت‌ها به‌ترتیب بالاترین نمـره وزنـی بـا مقـادیر ۰/۲۴۶، ۰/۱۶۰ و ۰/۱۴۲ را به خود اختصاص دادند. به‌عبارتی از نگاه کارشناسـان، ایـن زیرمعیارها دارای بالاترین اولویت در دست‌یابی به برنامه‌های مناسـب نگهداری و تعمیرات در کشت و صـنعت‌هـا شـناخته شـدند. بنـابراین می‌توان گفت حمایت مدیریت سازمان و تقویت ایـن رکـن در سـطح کشت و صنعت‌ها می‌توانـد بـه‌عنـوان یـک عامـل محـرک بـر روی مـدیریت بودجـه و موجـودی‌هـا و نیـز تبیـین و پیشـبرد اهـداف و راهبردهای سازمان تأثیر مستقیم داشته باشد و متعاقـب آن مـی‌توانـد سبب افزایش اثربخشی پروژه‌های نگهداشت در این بخش گـردد. بـا توجه به اهمیت جایگاه رهبران و مدیران عالی در مدیریت نگهداری و تعمیرات، از این رو حساسیت ویژه‌ای می‌بایسـت در انتخـاب مـدیران میانی باید اتخاذ شود، به طـوری‌کـه آگـاهی کـافی بـه سـازوکارهای نگهداری و تعمیرات در واحدهای کشت و صنعت‌ها داشته باشـند. در این راسـتا، اهمیـت جایگـاه مـدیران عـالی در مـدیریت نگهـداری و تعمیـرات در صـنایع غـذایی و شـیمیایی در کشـور چـک بـه‌منظـور به‌کارگیری روش‌ها و راهبردهای نوین نگهداشت، سازمان‌دهـی امـور مرکزی، برون‌سپاری فعالیت‌ها، مدیریت چرخه کـار و استانداردسـازی فعالیت‌ها مورد توجـه قـرار گرفتـه اسـت (Branská *et al.*, 2016). علاوه بر این، جایگاه مدیران عالی سازمان در مـدیریت فعالیـت‌هـای نگهداری و تعمیرات در مزارع کشاورزی در کشور چین شامل مدیریت رویه‌ها و سازوکارهای عملیاتی، مدیریت برنامه‌های عملیاتی، مدیریت سیستم‌های پشتیبان، مدیریت عوامل خارج از مزرعـه و نیـز مـدیریت عوامل داخلی یا محلی مورد توجه بـوده اسـت. نتـایج نشـان داد کـه امکان دست‌یابی به پارامترهای توسعه پایدار از طریق پـایش مسـتمر شاخص‌های ارزیابی نگهداشت بـا توجـه بـه چـارچوب پیشـنهادی از طریـق حمایـت مـدیران عـالی وجـود دارد (Kim, Jeong, Lee, & Lim, 2014). زیـر معیـار "اختصـاص بودجـه و مـدیریت بهینـه موجودی" در اولویـت دوم بـه‌منظـور موفقیـت مـدیریت نگهـداری و تعمیرات در کشت و صنعت‌ها در خراسان رضوی (شهرستان مشهد) از نگاه خبرگان برشمرده شد. نتایج تحلیل‌ها نشان داد که در حال حاضر سهم بودجه اختصاص‌یافته به بخش نگهداری و تعمیرات در مقایسه با کل بودجـه سـازمان در کشـت و صـنعت‌هـا نـاچیز اسـت. از ایـن‌رو اختصاص بودجه مناسب با هدف تقویت راهبردهای نگهداشت به‌ویژه از نوع پیشگیرانه می‌تواند اثربخشی قابل‌توجهی در کاهش هزینه‌های از کارافتادگی ماشین‌ها و نیز بهبود بهره‌وری عملیات کشاورزی داشته باشـد. در ایـن راسـتا، اهمیـت اختصـاص بودجـه و مـدیریت بهینـه موجودی‌ها در مطالعات مختلف در ارائه مدل‌های نگهداری و تعمیرات مورد توجه پژوهشگران بوده است. برای مثال بودجه‌بندی مناسـب بـا هدف پوشش انواع هزینه‌های نگهـداری و تعمیـرات بـه‌ویـژه تمرکـز بیش‌تر بر روی هزینه‌های نگهداشت پیشگیرانه به‌منظور کاهش تعداد خرابی‌ها و از کارافتادگی‌های تصادفی در ماشین‌ها، از جمله مهم‌تـرین وظایف در سطح "مدیریت سازمانی" گزارش شده است (Johannes, Theodorus Voordijk, Marias Adriaanse, & Aranda-Mena, 2021; Gandhare & Akarte, 2020; Oliveira & Lopes, 2019). در ادامه معیار مدیریت سازمانی، زیر معیار"راهبردها و سیاست‌گـذاری‌هـای مناسـب نگهداشـت" از نگـاه نظـر خبرگـان، به‌منظور دست‌یابی به مدیریت کارآمد نگهداری و تعمیرات در کشت و صنعت‌ها در اولویت سوم قرار گرفت. بررسی‌ها نشـان داد کـه عمـده راهبردهای نگهداشت در کشت و صنعت‌ها به‌صورت واکنشـی (انجـام تعمیرات ماشین‌ها بعد از خرابی) بوده است. از این رو به منظور کاهش توقفات اضطراری (تصادفی) در عملیات کشاوزی به‌ویژه در زمان‌ها یا فصل‌های اوج عملیات زراعی و بـاغی و متعاقـب آن مـدیریت بهینـه هزینه‌های تعمیرات، بهره‌گیری از راهبردهـای پیشـگیرانه نگهداشـت مبتنی بر استانداردهای بین‌المللی شناخته‌شده در حوزه نگهداشت مانند استانداردهای ایزو[1]، استانداردهای موسسه بریتانیا[2] و سایر استانداردهای اروپایی[3] می‌تواند از سوی مدیران مـورد توجـه قـرار گیـرد. مطالعـات مشابه دیگری نیز به اهمیت جایگاه "راهبردها و سیاست‌گـذاری‌هـای نگهداشت" در ابعاد مختلف مدیریت نگهداری و تعمیـرات در صـنایع تولیدی و کشاورزی پرداختـه‌انـد. بـرای مثـال تأکیـد بـر راهبردهـای نگهداشت پیشگیرانه قابلیـت اطمینـان محـور بـه جـای راهبردهـای واکنشی (اصلاح بعد از خرابی) در صنایع کشـاورزیِ کشـور ترکیـه بـا هدف افزایش اثربخشی بیش‌تر برنامه‌های نگهداشت مورد توجه بـوده است. نتایج نشان داد که بهره‌مندی از راهبردهای مبتنـی بـر قابلیـت اطمینان نقش به‌سزایی در ارتقـای قابلیـت اطمینـان و پویـایی انـواع تجهیزات و ماشین‌ها ایفا مـی‌نماینـد (Yavuz, Doğan, Carus, & Görgülü, 2019). نتایج ارائه مـدل مـدیریت نگهـداری و تعمیـرات به‌منظور دسـت‌یـابی بـه تولیـد نـاب در مـزارع لبنـی نشـان داد کـه بهره‌مندی از راهبردهای مناسب نگهداشـت در کنـار عـواملی چـون روش‌هـای تولیـد نـاب، برنامـه‌ریـزی و اولویـت‌بنـدی فعالیـت‌هـای نگهداشت و نیز آماده‌سازی و نظارت بر برنامه‌های نگهداشـت، نقـش

1- International Organization for Standardization (ISO)
2- British Standards Institute (BSI)
3- Europäische Norm (EN Standards)

اساسی در کاهش تعداد از کار افتادگی‌های ماشین‌ها، بهبود بهره‌وری و نیز اثربخشی نیروی کارگری در مزارع لبنی خواهد داشت (Atay & Arslankaya, 2015).

در اولویت‌های بعدی، زیر معیار "میزان آگاهی از اهمیت مباحث نگهداشت و ایمنی در سازمان" از نگاه کارشناسان، نقش محوری در معیار "مدیریت سازمانی" در کشت و صنعت‌ها ایفا نموده که بی‌شک از مهم‌ترین وظایف مدیران و رهبران عالی و نیز مدیران ارشد/میانی در سطح شرکت‌ها برشمرده می‌شود. تحلیل‌ها نشان داد که در حال حاضر در عمده کشت و صنعت‌های مورد بررسی، رویه‌ها و سازوکارهای مناسب به‌منظور تقویت مباحث ایمنی و نیز آگاهی‌بخشی از انواع استراتژی‌های نوین در حوزه نگهداشت مانند رویکردهای پیشگیرانه و پیش‌بینانه، کم‌تر مورد توجه مدیران در سطح سازمان بوده است.

جدول ٤- وزن‌دهی و اولویت‌بندی زیرمعیارهای مؤثر در سطح دوم بر مدیریت کارآمد نگهداری و تعمیرات در کشت و صنعت‌ها

Table 4- The weight and rank of the sub-criteria for the economic criteria at the second level using BWM

معیار Criteria	زیرمعیار Sub-criteria	میانگین وزنی Weight	رتبه یا اولویت Rank
مدیریت سازمانی Organization management	راهبردهای و سیاست‌گذاری‌های سازمانی نگهداشت Strategies and policies	0.142	3
	حمایت مدیر عالی در مدیریت سازمانی نگهداشت Top management support	0.246	1
	مدیریت چرخه کار و استانداردسازی امور نگهداشت Workflow management and standardization	0.071	5
	اختصاص بودجه لازمه و نیز مدیریت بهینه موجودی‌ها Fund allocation and inventory resource management	0.160	2
	میزان آگاهی از اهمیت مباحث نگهداشت و ایمنی در سازمان Awareness of maintenance and safety activities	0.116	4
	اندازه‌گیری عملکرد و پایش پیوسته فعالیت‌ها و راهبردهای نگهداشت Performance measurement and monitoring	0.047	8
	مدیریت تغییر و همسوسازی کلیه ذی‌نفعان Change management and alignment of all stakeholders	0.091	7
	در نظر گرفتن مشوق‌ها و قوانین مربوط به امور نگهداشت Incentives and rules related to maintenance	0.055	6
عوامل انسانی Human-related	اهمیت و جایگاه آموزش و یادگیری در پرسنل نگهداشت Training & education	0.318	2
	تعهد افراد و مشارکت مستمر آن‌ها در فعالیت‌های نگهداشت Participation and commitment	0.156	3
	صلاحیت و توانمندی پرسنل نگهداشت (نیروی متخصص) Adequacy of maintenance personnel	0.352	1
	آگاهی پرسنل از اهداف و راهبردهای نگهداشت Employee awareness of maintenance goals and strategies	0.110	4
عوامل ساختاری Organizational aspects	مستندسازی فعالیت‌های نگهداشت Documentation of maintenance works	0.163	2
	برخورداری از یک ساختار سازمانی مناسب در گردش کارهای نگهداشت Well-established organizational structure	0.121	4
	برخورداری از ساختارهای مناسب فناوری اطلاعات در کنار تجهیزات مناسب Adequacy of IT infrastructures and facilities for operations	0.154	3
	مدیریت عوامل محیطی و عملیاتی در فعالیت‌های نگهداشت Environmental and operatorial conditions	0.112	5
	برخورداری از فرهنگ سازمانی مناسب Organizational culture	0.09	6
	مدیریت مناسب قراردادها و نحوه تعامل با عوامل برون سازمانی Contracting out maintenance	0.191	1

علاوه بر این نکته قابل‌توجه، درجه کم‌اهمیتی زیر معیارهایی چون "در نظر گرفتن مشوق‌ها و قوانین مربوط به امور نگهداشت" و "اندازه‌گیری عملکرد و پایش پیوسته فعالیت‌ها و راهبردهای نگهداشت" با مقادیر میانگین وزنی به‌ترتیب ۰/۰۵۵ و ۰/۰۴۷ بوده که از دیدگاه خبرگان در جایگاه مدیریت سازمانی گزارش شده است. دلیل کم‌اهمیتی این شاخص‌ها در مدیریت نگهداری و تعمیرات در کشت و صنعت‌ها از نگاه خبرگان، به دلیل عدم توجه به مسائلی چون برنامه‌های آگاهی‌بخشی مناسب و نیز نبود سازوکاروهایی برای پایش مستمر عملکرد تجهیزات و پرسنل در این بخش بوده است. به‌منظور تقویت سازوکارهای اندازه‌گیری عملکرد انواع دارایی‌ها (انسانی، مالی و فیزیکی) در کشت وصنعت‌ها و به دنبال آن بصری‌سازی روند پیشرفت‌ها، زیرساختارهای فناوری اطلاعات مبتنی بر نرم‌افزارهای مدیریت منابع سازمانی می‌تواند مورد استفاده باشد. اهمیت این مسأله در معیار "جنبه‌های ساختاری" در ادامه بحث شده است.

در ادامه و در سطح معیار "عوامل انسانی"، مطابق با نتایج مدل بهترین–بدترین، به‌ترتیب زیرمعیارهایی چون"صلاحیت و توانمندی پرسنل نگهداشت (نیروی متخصص)" و "اهمیت و جایگاه آموزش و یادگیری در پرسنل نگهداشت" دارای بالاترین مقادیر وزنی و نمره اولویت‌بندی به‌ترتیب با مقادیر ۰/۳۵۲ و ۰/۳۱۸ در واحدهای کشت و صنعت‌ها به‌دست آمدند. به‌منظور دست‌یابی به برنامه‌های مناسب نگهداشت در کشت و صنعت‌ها، بهره‌مندی از برنامه‌های آموزشی مستمر و برگزاری کارگاه‌های فصلی در محیط کشت و صنعت‌ها در جهت ارتقای توانمندی‌های ارتباطی و فنی پرسنل به‌ویژه در بخش نگهداری و تعمیرات، توجه به نکاتی چون استخدام پرسنل با قابلیت توانایی‌های چند مهارته شامل مهارت‌های نرم‌افزاری، مهارت‌های مدیریت در شرایط بحران، مهارت‌های برقراری تعامل و ارتباطات، در کنار مهارت‌های سخت‌افزاری/فنی می‌تواند مورد توجه قرار گیرد. از طرفی این شاخص‌ها در فاز "عوامل انسانی" در سایر مطالعات نیز مورد بررسی قرار گرفته است. برای مثال زیر معیار"اهمیت و جایگاه آموزش و یادگیری در پرسنل نگهداشت" از طریق آموزش روش‌هایی چون نگهداشت بهره‌ور فراگیر (نگهداشت خودآموز برای اپراتورها)، برگزاری کارگاه‌های آموزشی در راستای تقویت ارتباطات و قابلیت حل مسأله توسط پرسنل نگهداشت، برنامه‌های آموزش با هدف آشنایی پرسنل با سیستم‌های کامپیوتری در جهت تسریع روند جریان کارها و حذف فرآیندهای دستی انجام امور نگهداشت، اختصاص بودجه ویژه به‌منظور برگزاری آموزش‌های فنی موردنیاز مورد توجه بوده است. علاوه بر این، در زیر معیار "صلاحیت و توانمندی پرسنل نگهداشت (نیروی متخصص)" توجه به استخدام نیروی کار چند مهارته، میزان مرتبط بودن تخصص‌ها متناسب با کار تعریف‌شده، سنجش عملکرد پرسنل به‌صورت دوره‌ای، تشویق پرسنل در اختیار برای دریافت صلاحیت‌های لازم با توجه به نیازهای روز، در صنایع تولیدی و کشاورزی پیشنهاد شده است (Priyantha, 2021; Sarbini, Ibrahim, Abidin, Yahaya, & Azizan, 2021; Jandali & Sweis, 2018; Tan, Shen, Langston, Lu, & Yam, 2014; Macchi & Fumagalli, 2013; Ab Wahid & Corner, 2009). در ادامه معیار "عوامل انسانی"، شاخص‌های دیگری چون "تعهد افراد و مشارکت مستمر آن‌ها در فعالیت‌های نگهداشت" و "آگاهی پرسنل از اهداف و راهبردهای نگهداشت" دارای کم‌ترین اولویت در مدیریت نگهداری و تعمیرات در کشت و صنعت‌ها براساس نظر خبرگان شناخته شدند. این در حالی است که مدیران عالی و میانی در سطح کشت و صنعت‌ها می‌توانند نقش مؤثری در تقویت تعهد و افزایش مشارکت پرسنل در نگهداشت سامانه‌ها و نیز آگاهی‌بخشی آن‌ها نسبت به موضوعات ایمنی و راهبردهای نگهداشت داشته باشند. در این راستا اختصاص جلسات هم‌اندیشی هفتگی یا ماهیانه با هدف تحلیل وضعیت نگهداشت با هدف بهبود مشارکت‌پذیری پرسنل و نیز اختصاص تشویق‌های حمایتی در راستای بهبود فرهنگ نگهداشت (به‌طور خاص پیشگیرانه)، از سوی مدیران می‌تواند کمک‌کننده باشد.

در طبقه‌بندی‌های سلسله مراتبی مربوط به معیار "عوامل ساختاری"، براساس نظر خبرگان، برخورداری از "مدیریت مناسب قراردادها و نحوه تعامل با عوامل برون سازمانی" و "مستندسازی فعالیت‌های نگهداشت"، با مقادیر میانگین وزنی ۰/۱۹۱ و ۰/۱۶۳ به‌ترتیب بالاترین اولویت ممکن را به خود اختصاص دادند. بخشی از سیاست‌گذاری‌های نگهداری و تعمیرات انواع ماشین‌ها و تجهیزات در کشت و صنعت‌ها و نیز بخش قابل‌توجهی از عملیات برداشت محصولات کشاورزی به‌صورت پیمانکاری و استیجاری انجام می‌پذیرد. این در حالی است که هنوز سازوکاری در رابطه با ارزیابی اثربخشی این نوع سیاست‌های نگهداری و تعمیرات به‌ویژه تعمیرات اورهال (سراسری) سالیانه توسط پیمانکاران در این بخش وجود ندارد. لذا ارزیابی هزینه‌های اختصاص‌یافته به پیمانکاران و نیز میزان موفقیت آن‌ها در بهبود عملکرد تجهیزات در مواجهه با خرابی‌ها از سوی مدیران در کشت و صنعت‌ها، نقش به‌سزایی در مدیریت بهینه قراردادها خواهد داشت. مضاف بر این، براساس بررسی‌های میدانی صورت گرفته، بخش قابل‌توجهی از عملیات برداشت محصولات زراعی مانند گندم، جو، ذرت علوفه‌ای و نیز چغندرقند توسط کمباین‌های استیجاری است. بدین مفهوم که براساس نظر خبرگان، وجود سازوکارهای قراردادی و برون‌سپاری بخشی از عملیات ویژه محصولات کشاورزی، می‌تواند صرفه‌جویی قابل‌توجهی در هزینه‌های نگهداری و تعمیرات در کشت و صنعت‌ها داشته باشد. از طرفی،

جدول ۵ به ارائه مهم‌ترین تجهیزات بحرانی با اولویت نگهداشت بالا براساس نوع کشت/محصول تولیدی و نیز فصل/فصول پرتراکم عملیات کشاورزی شامل مراحل آماده‌سازی اولیه، کاشت، داشت و برداشت می‌پردازد. همان‌طور که در معیار "مدیریت سازمانی" اشاره شد، نوع راهبرد غالب نگهداشت در بیش‌تر تجهیزات بحرانی به‌دست‌آمده، از نوع واکنشی (انجام تعمیرات بعد از خرابی) می‌باشد که در بخش کارگاه تعمیرات در واحدهای کشت و صنعت‌ها مورد اصلاح و بازبینی مجدد قرار می‌گیرند. برای مثال از میان ماشین‌های کشاورزی تراکتورهای بزرگ و نیز ادوات خاک‌ورزی شامل انواع دیسک‌ها، گاوآهن‌ها، لولرها در فرآیند آماده‌سازی اولیه زمین بیش‌ترین سهم عملیاتی را دارند. از طرفی، در فرآیند کشت محصولات زراعی در کشت و صنعت‌ها، قابلیت دسترسی بالای انواع بذرکارها و ردیف‌کارها حائز اهمیت است.

جدول ۵- تجهیزات بحرانی در کشت و صنعت‌ها براساس نوع کشت/محصول و فصول پرتراکم عملیاتی

Table 5- Critical equipment in agro-industries based on the type of crop/product and season

نوع کشت/محصول (زراعی، باغی، دامی، گلخانه‌ای) **Type of product (crop, orchard, livestock, greenhouse)**	**فصل/فصول پرتراکم** **Dense operating season (s)**	**ماشین‌ها و تجهیزات بحرانی** **Critical agricultural fleet**
گندم و جو Wheat and Barley	زمان فرآیند آماده‌سازی و کشت مهر تا آذرماه Preparation and cultivation times from October to December	تراکتورها و نیز ادوات خاک‌ورزی (دیسک‌ها، گاوآهن‌ها، لولرها)، بذرکارها، ردیف‌کارها Tractors, tillage implements (discs, plows, rollers), seeders
گندم و جو Wheat and Barley	زمان برداشت تیرماه Harvest time in July	انواع دروگرها و بیلرهای متصل به تراکتورها، کمباین‌ها، ماشین‌های حمل و نقل (کامیون‌ها) Harvesters and balers attached to tractors, combines, transport machines (trucks)
ذرت علوفه‌ای Forage corn	زمان فرآیند آماده‌سازی و کشت خردادماه Cultivation time in June	تراکتورها و نیز ادوات خاکورزی (دیسک‌ها، گاوآهن‌ها، لولرها)، بذرکارها Tractors, tillage implements (discs, plows, rollers), seeders
ذرت علوفه‌ای Forage corn	زمان برداشت مهرماه Harvest time in October	انواع دروگرها و بیلرهای متصل به تراکتورها، ماشین‌های حمل و نقل (کامیون‌ها) Harvesters and balers attached to tractors, combines, transport machines (trucks)
چغندرقند Sugar beet	زمان فرآیند آماده‌سازی و کشت اسفند تا فروردین ماه Cultivation time from March to April	تراکتورها و نیز ادوات خاکورزی (دیسک‌ها، گاوآهن‌ها، لولرها)، بذرکارها Tractors, tillage implements (discs, plows, rollers), seeders
چغندرقند Sugar beet	زمان برداشت مهر و آبان Harvest time in October and November	انواع دروگرها و بیلرهای متصل به تراکتورها، ماشین‌های حمل و نقل (کامیون‌ها) Harvesters and balers attached to tractors, combines, transport machines (trucks)
اغلب محصولات باغی و زراعی Most orchard and crop products	بهار و تابستان Spring and summer	سیستم‌های مکانیزه آبیاری، میکروالمنت‌ها، پمپ‌ها و موتورهای دیزل، سمپاش‌ها Mechanized irrigation systems, micronutrients, diesel pumps and engines, sprayers
محصولات گلخانه Greenhouse products	بهار و تابستان Spring and summer	سیستم‌های گرمایشی و سرمایشی، سیستم‌های تهویه، ژنراتورها Heating and cooling systems, ventilation systems, generators
محصولات دامی و لبنی Livestock and dairy products	در بیشتر فصول سال In most seasons	انواع تراکتورها، کامیون‌ها، خردکن‌ها، میکسرها، دستگاه‌های شیردوش، سیستم‌های تهویه Tractors, trucks, shredders, mixers, milking machines, ventilation systems

علاوه بر این اهمیت نگهداشت و سرویس‌دهی مناسب انواع دروگرهای متصل به تراکتورها و نیز بسته‌بندها و همچنین آماده به‌کاری بالای کامیون‌های بارگیری و انتقال در فاز برداشت محصولات زراعی در فصل‌های پرتراکم عملیاتی بسیار حیاتی است. در ادامه، بیش‌ترین سهم از ماشین‌ها و تجهیزات پرکاربرد در اغلب محصولات باغی و زراعی عمدتاً مربوط به فاز داشت به‌ویژه در فصول بهار و تابستان مرتبط می‌شود. جایی‌که در این فاز، دسترسی بالای انواع تجهیزات شامل موتورهای دیزل و پمپ‌های مربوط به سیستم‌های مکانیزه آبیاری به همراه انواع سمپاش‌ها و کودپاش‌های نیمه‌مکانیزه دارای اهمیت فراوان است. همچنین در فعالیت‌های گلخانه‌ای و واحدهای دامی در اغلب فصول سال تجهیزات بحرانی شامل انواع سیستم‌های تهویه، سیستم‌های گرمایشی و سرمایشی، خردکن‌ها، میکسرها و نیز دستگاه‌های شیردوش دارای اهمیت بالایی از نگهداشت هستند. در نتیجه شناسایی این تجهیزات بحرانی مطابق با نوع محصولات و فصول پرتراکم عملیاتی و نیز ارائه برنامه-ریزی‌های اصولی نگهداری و تعمیرات می‌تواند بر روی بهبود قابلیت اطمینان عملیاتی و بهره‌وری عملکردی تولیدات در واحدهای کشت و صنعت‌ها مؤثر باشد.

در ادامه، اهمیت زیرمعیار "مستندسازی فعالیت‌های نگهداشت" در اولویت دوم در معیار "عوامل ساختاری" از نگاه خبرگان به‌منظور مدیریت کارآمد نگهداری و تعمیرات در کشت و صنعت‌های مشهد قرار گرفت. بدین مفهوم که برای دست‌یابی به یک مدیریت یکپارچه و ساختارمند نگهداری و تعمیرات در کشت و صنعت‌ها، مدیریت یکپارچه اسناد، مدارک و مستندات مربوط به انواع تجهیزات و ماشین‌ها می‌تواند از حجم قابل‌توجهی از زمان و نیروی انسانی مورد نیاز صرفه‌جویی به‌عمل آورد. با توجه به بررسی‌های میدانی صورت گرفته، در حال حاضر تنها مستندسازی بخشی از تجهیزات بحرانی (جدول ۵) در بخش‌های عملیات زراعی و باغی که شامل انواع کاتولوگ‌ها و دفترچه راهنماها که از سوی سازنده می‌باشد، صورت گرفته است. حال آن‌که سایر مستندسازی‌ها مرتبط با تجهیزات بحرانی به‌ویژه در گلخانه‌ها و واحدهای دامپروری شامل ثبت دقیق مواردی چون زمان خرابی‌ها، زمان تعمیرات و برخی فعالیت‌های پیشگیرانه و بازرسی شامل آچارکشی‌ها و تعویض روغن، هزینه‌های مرتبط با نگهداشت و تعمیرات، اطلاعات مربوط به ورودی و خروجی قطعات یدکی، مشخصات فنی و کدگذاری انواع تجهیزات و اقلام یدکی، از جمله مهم‌ترین نارسایی‌های فعلی در زیرمعیار "مستندسازی فعالیت‌های نگهداشت" در واحدهای کشت و صنعت‌های مورد بررسی می‌باشد. از این رو اقداماتی مانند برگزاری سلسله جلسات آموزشی با هدف آشنایی پرسنل نگهداشت با نحوه مستندسازی اولیه تجهیزات در این واحدها با بهره‌مندی از استانداردهای شناخته‌شده در این عرصه شامل استانداردهایی مانند ایزو ۱۴۲۲۴ می‌توانند بسیار مؤثر باشد. علاوه بر این، به‌منظور تکمیل فرآیند مستندسازی‌ها، فراهم کردن زیرساخت‌های فناوری اطلاعات شامل انواع بهره‌مندی از نرم‌افزارهای کاربردی با هدف تسریع در روند زمان دستورکارها و درخواست کارها و نیز مدیریت بهینه نیروی انسانی می‌تواند کمک‌کننده باشد.

در ادامه، زیر معیارهایی چون"برخورداری از زیرساختارهای مناسب فناوری اطلاعات در کنار تجهیزات مناسب" و "برخورداری از یک ساختار سازمانی مناسب در گردش کارهای نگهداشت" به‌ترتیب با مقادیر وزنی ۰/۱۵۴ و ۰/۱۲۱ در رتبه بعدی از مهم‌ترین "عوامل ساختاری" به‌دست آمدند. همان‌طور که پیش‌تر اشاره شد، عمده کشت و صنعت‌های مورد بررسی عمدتاً از فرآیندهای غیراتوماسیونی به‌منظور انجام فرآیندها و فعالیت‌های نگهداری و تعمیرات استفاده می‌کنند. این در حالی است که با فراهم کردن زیرساخت‌های مناسب فناوری اطلاعات و با استقرار نرم‌افزارهای یکپارچه می‌توان بخش قابل‌توجهی از فعالیت‌ها شامل روند مستندسازی‌ها، مدیریت دستورکارها و گردش کارهای نگهداشت، مدیریت کاربران، ارزیابی پیوسته عملکرد دارایی‌ها، مدیریت هزینه‌ها و موارد دیگر را به‌صورت خودکار مدیریت کرد که این امر می‌تواند نقش به‌سزایی در کاهش زمان و صرفه‌جویی هزینه‌ها در بخش عملیات و نگهداشت در کشت و صنعت‌ها داشته باشد. در ادامه بررسی‌ها، زیرمعیارهایی از قبیل "داشتن فرهنگ سازمانی مناسب" و"مدیریت عوامل محیطی و عملیاتی" دارای کم‌اهمیت‌ترین عناصر از دیدگاه خبرگان معرفی شدند. همچنین این زیرمعیارها در شکل‌دهی "عوامل ساختاری" مورد توجه سایر مطالعات در سال‌های اخیر بوده است. برای مثال اهمیت شاخص ساختار سازمانیِ کشت و صنعت‌ها در غرب کشور هند با تأکید ویژه بر زیرمعیارهایی چون مدیریت منسجم اطلاعات، فراهم کردن زیرساخت‌های مناسب فناوری اطلاعات و نیز توجه به مدیریت برون‌سپاری‌های فعالیت‌های نگهداشت بوده است (Gandhare & Akarte, 2020). در مطالعات دیگری بهره‌مندی از زیرساخت‌ها و سیستم‌های یکپارچه اطلاعاتی به همراه قابلیت انطباق آن با اینترنت و پلتفرم‌های اینترنتی و فضای ابری، با هدف مدیریت انواع عملیات زراعی، مدیریت عملکرد و گردش کارهای مربوط به انواع ماشین‌ها، تشخیص و پیش‌بینی عیوب تجهیزات مورد توجه در صنایع کشاورزی بوده است (Fountas *et al*., 2015; Li *et al*., 2019). علاوه بر این، پشتیبانی‌های اطلاعاتی، زیرساخت‌های تدارکاتی مانند اجاره ماشین‌های کشاورزی و نحوه برون‌سپاری فعالیت‌های نگهداشت از جمله مهم‌ترین چالش‌ها در مزارع کشاورزی اوکراین گزارش شده است (Horyovy, 2007). در تحقیق دیگری توجه به مقوله مستندسازی فعالیت‌های نگهداشت و تقویت آن‌ها از طریق

پشتیبانی‌های سخت و نرم‌افزاری در انجام فعالیت‌های زراعی مهم‌ترین دغدغه کشاورزان و پیمانکاران ماشین‌ها بوده است (Sørensen & Bochtis, 2010). همچنین مدیریت رویه‌ها و سازوکارهای عملیاتی، مدیریت سیستم‌های پشتیبان، مدیریت عوامل داخل و خارج از مزرعه و نیز نحوه تعاملات برون‌سازمانی در مزارع کشاورزی در کشور چین از جمله مهم‌ترین عوامل برای تقویت فاکتور "عوامل ساختاری" در نگهداشت ماشین‌ها عنوان شده است (Kim *et al.*, 2014).

در ادامه تجزیه و تحلیل‌ها، به محاسبه وزن کلی/سراسری با کمک روش بهترین-بدترین پرداخته شده است که نتایج آن در جدول ۶ به نمایش درآمده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود، مطابق با نتایج فراوانی تجمعی، زیرمعیارهای شماره ۱ تا ۹، حدود ۶۰ درصد از کل میانگین وزنی را در مدیریت کارآمد نگهداری و تعمیرات در کشت و صنعت‌ها را به خود اختصاص دادند.

جدول ٦- وزن‌دهی و اولویت‌بندی کلی زیرمعیارهای اثرگذار بر مدیریت نگهداری و تعمیرات در کشت و صنعت‌ها

Table 6- The overall weight of the sub-criteria for maintenance and repair management in agro-industries

زیرمعیار Sub-criteria	میانگین وزنی Weight	رتبه یا اولویت Rank
حمایت مدیر عالی در مدیریت سازمانی نگهداشت Top management support	0.108	1
اختصاص بودجه لازمه و نیز مدیریت بهینه موجودی‌ها Fund allocation and inventory resource management	0.075	2
راهبردهای و سیاست‌گذاری‌های سازمانی نگهداشت Maintenance strategies and policies	0.067	3
صلاحیت و توانمندی پرسنل نگهداشت (نیروی متخصص) Adequacy of maintenance personnel	0.066	4
مدیریت مناسب قراردادها و نحوه تعامل با عوامل برون سازمانی Contracting out maintenance	0.061	5
اهمیت و جایگاه آموزش و یادگیری در پرسنل نگهداشت Training & education	0.059	6
میزان آگاهی از اهمیت مباحث نگهداشت و ایمنی در سازمان Awareness of maintenance and safety activities	0.053	7
مستندسازی فعالیت‌های نگهداشت Documentation of maintenance works	0.052	8
برخورداری از ساختارهای مناسب فناوری اطلاعات در کنار تجهیزات مناسب Adequacy of IT infrastructures and facilities for operations	0.049	9
مدیریت تغییر و همسوسازی کلیه ذی‌نفعان Change management and alignment of all stakeholders	0.039	10
برخورداری از یک ساختار سازمانی مناسب در گردش کارهای نگهداشت Well-established organizational structure	0.038	11
مدیریت عوامل محیطی و عملیاتی در فعالیت‌های نگهداشت Environmental and operatorial conditions	0.035	12
مدیریت چرخه کار و استانداردسازی امور نگهداشت Workflow management and standardization	0.034	13
برخورداری از فرهنگ سازمانی مناسب Organizational culture	0.029	14
تعهد افراد و مشارکت مستمر آن‌ها در فعالیت‌های نگهداشت Participation and commitment	0.028	15
در نظر گرفتن مشوق‌ها و قوانین مربوط به امور نگهداشت Incentives and rules related to maintenance	0.024	16
آگاهی پرسنل از اهداف و راهبردهای نگهداشت Employee awareness of maintenance goals and strategies	0.021	17
اندازه گیری عملکرد و پایش پیوسته فعالیت‌ها و راهبردهای نگهداشت Performance measurement and monitoring	0.017	18

در این بین زیرمعیارهایی چون "حمایت مدیر عالی در مدیریت سازمانی نگهداشت"، "اختصاص بودجه لازمه و نیز مدیریت بهینه موجودی‌ها"، "راهبردهای و سیاست‌گذاری‌های سازمانی نگهداشت" و "صلاحیت و توانمندی پرسنل نگهداشت (نیروی متخصص)" با اختصاص اولویت‌های یکم تا چهارم و میانگین وزنی ۰/۱۰۸، ۰/۰۷۵، ۰/۰۶۷ و ۰/۰۶۶ دارای بالاترین اثرگذاری‌ها به‌دست آمدند که تجزیه و تحلیل‌ها در رابطه با این معیارها و مقایسه نتایج آن‌ها با سایر مطالعات در بخش قبل در جدول ۴ پرداخته شد.

نتیجه‌گیری

بهره‌مندی از مدیریت مناسب نگهداری و تعمیرات انواع ماشین‌ها و تجهیزات در کشت و صنعت‌ها نقش مهمی در انجام به‌موقع انواع عملیات کشاورزی دارد که در نهایت می‌تواند بهبود بهره‌وری در فرآیندهای تولید و فرآوری محصولات کشاورزی را به دنبال داشته باشد. نتایج بررسی‌ها نشان داد که معیارهایی چون "مدیریت سازمانی"، "عوامل انسانی" و نیز "عوامل ساختاری" به‌ترتیب بیش‌ترین وزن‌دهی در مدل تعالی نگهداری و تعمیرات را دارند. براساس روش تصمیم‌گیری بهترین-بدترین، زیرمعیارهایی چون "حمایت مدیریت عالی در سطح سازمان"، "اختصاص بودجه نگهداشت و مدیریت بهینه موجودی‌ها" و نیز "اتخاذ راهبردهای مناسب نگهداشت" به‌ترتیب بیش‌ترین تأثیرگذاری را در مدیریت کارآمد نگهداری و تعمیرات در کشت و صنعت‌های شهرستان مشهد داشتند. در ادامه مهم‌ترین پیشنهادات کاربردی و راهکارهای مدیریتی در واحدهای کشت و صنعت با هدف ارتقای برنامه‌های و تعمیرات و نیز قابلیت تعمیم‌پذیری آن‌ها به سایر صنایع کشاورزی و غذایی در سطح کشور پرداخته شده است:

براساس نتایج به‌دست‌آمده، توجه ویژه به مقوله مدیریت استراتژیک نگهداشت و اتخاذ برنامه‌ریزی‌های مناسب انواع عملیات کشاورزی در بخش‌های زراعی، باغی، دامی و گلخانه‌ای با تکیه بر سه عنصر عوامل انسانی، ساختاری و سازمانی در واحدهای کشت و صنعت‌های شهرستان مشهد پیشنهاد می‌گردد.

یکی از مهم‌ترین نتایج براساس نظر خبرگان در واحدهای کشت و صنعت‌ها در معیار مدیریت سازمانی، جایگاه و نقش ویژه مدیران در مدیریت کارآمد نگهداری و تعمیرات گزارش شد که این موضوع در این سال‌ها کم‌تر مورد توجه بوده است. بنابراین انتخاب مدیران میانی و فنی آگاه با سازوکارها و آشنا به فرهنگ کلی نگهداشت انواع تجهیزات بحرانی شناخته‌شده در بخش‌های زراعی، باغی، دامی و گلخانه‌ای در واحدهای کشت و صنعت‌ها، می‌بایست مد نظر قرار گیرد.

بررسی‌های میدانی نشان داد با توجه به این‌که عمده برنامه‌های نگهداری و تعمیرات بر مبنای نگهداشت واکنشی یا اصلاحی در کشت و صنعت‌های مورد بررسی استوار است، بخش قابل‌توجهی از پرسنل به‌ویژه در بخش کارگاه‌های نگهداری و تعمیرات و عملیات کشاورزی از آگاهی کافی در مورد مفاهیم نگهداشت به‌ویژه اثربخشی فعالیت‌های پیشگیرانه در کاهش تعداد خرابی‌ها و تعداد تعمیرات در ماشین‌های بحرانی شامل انواع تراکتورها، کارنده‌ها و دروگرها در سطح عملیات زراعی، پمپ‌ها و تجهیزات مکانیزه آبیاری در فعالیت‌های باغی و میکسرها و خردکن‌ها در فعالیت‌های دامی و نیز انواع سیستم‌های تهویه در سطح گلخانه‌ها با هدف مدیریت هزینه‌های نگهداری و تعمیرات در میان‌مدت و بلندمدت برخوردار نیستند. از این‌رو آشنایی با آخرین راهبردهای نوین در حوزه نگهداشت و اتخاذ بودجه اختصاصی در این بخش و نیز برگزاری کارگاه‌های آموزشی به‌ویژه تکنیک‌های نگهداشت قابلیت اطمینان محور در کشت و صنعت‌ها پیشنهاد می‌گردد.

مطابق با نتایج به‌دست‌آمده، زیرمعیار "مستندسازی فعالیت‌های نگهداشت" ازجمله اساسی‌ترین عنصر به‌منظور مدیریت کارآمد نگهداری و تعمیرات در کشت و صنعت‌های مشهد در معیار "عوامل ساختاری" از نگاه خبرگان گزارش شد. بررسی‌های میدانی حاکی از آن بود که تنها بخشی از مستندسازی‌ها شامل گردآوری انواع کاتولوگ‌ها و دفترچه راهنماهای تجهیزات بحرانی به‌ویژه ماشین‌آلات مربوط به عملیات زراعی و باغی شامل انواع تراکتورها، دروگرها، ادوات خاک‌ورزی و نیز کارنده‌ها صورت گرفته است. این در حالی است که سایر مستندسازی‌ها و گردآوری اطلاعات در واحدهای کشت و صنعت‌ها مورد غفلت قرار گرفته است. از این رو اقداماتی مانند برگزاری سلسله جلسات آموزشی با هدف آشنایی پرسنل نگهداشت با مستندسازی اولیه تجهیزات در این واحدها با بهره‌مندی از استانداردهای شاخته شده، می‌تواند بسیار مؤثر باشد.

نتایج تحلیل‌ها از نگاه خبرگان در کشت و صنعت‌های مورد بررسی نشان داد که علاوه بر عدم وجود سازوکارهای مناسب با هدف افزایش سطح آگاهی پرسنل در زمینه نگهداشت اصولی و مباحث ایمنی انواع ماشین‌ها و تجهیزات بحرانی در عملیات مختلف کشاورزی، توجه به مقوله توانمندسازی مهارت‌ها در سطح تکنسین‌ها نیز کم‌تر در برنامه‌های آموزشی مورد تأکید بوده است. بنابراین سرمایه‌گذاری در مواردی چون تربیت پرسنل چندمهارته دارای مهارت‌های نرم‌افزاری در کنار مباحث فنی، مهارت‌های مدیریت در شرایط بحران و مهارت‌های برقراری تعامل و ارتباطات می‌تواند از سوی واحدهای نیروی انسانی در کشت و صنعت‌های شهرستان مشهد انجام گردد.

علاوه بر این، از آن‌جا که مطالعه حاضر بیش‌تر به مقوله مدیریت

نگهداری و تعمیرات در سطح راهبردی در کشت وصنعت‌ها پرداخته شده است، سیر تحقیقات آینده می‌تواند در سطح عملیاتی به‌منظور بررسی وضعیت فعلی برنامه‌های نگهداری و تعمیرات متناسب با نوع کشت، نوع فصل و نوع تجهیزات/ماشین‌های کشاورزی در بخش‌های مختلف در کشت و صنعت‌ها معطوف شود. علاوه بر این از جنبه توسعه تئوری و مدل‌ها، بررسی ارتباط منطقی و وابستگی معیارها و زیرمعیارهای اثرگذار بر مدیریت نگهداری و تعمیرات در کشت و صنعت‌ها، با استفاده از دیگر روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره مانند یا روش‌های پیشرفته آماری مانند آنالیز فاکتورهای عاملی برای مطالعات آتی پیشنهاد می‌گردد.

سپاسگزاری

نویسندگان مقاله از حمایت‌های مالی و معنوی صندوق پژوهشگران و فناوران کشور (زیر نظر نهاد ریاست جمهوری) در قالب طرح پسادکتری مستقل به شماره ۹۹۰۲۴۷۷۵، حمایت‌های دانشگاه فردوسی مشهد و نیز راهنمایی‌های ارزشمند جناب آقای دکتر سیامک خیبری پژوهشگر پسادکتری دانشگاه کمبریج انگلستان، تشکر و قدردانی به عمل می‌آورند.

References

1. Ab Wahid, R., & Corner, J. (2009). Critical success factors and problems in ISO 9000 maintenance. *International Journal of Quality & Reliability Management*, *26*(9), 881-893. https://doi.org/10.1108/02656710910995073
2. Adebiyi, K. A., Ojediran, J. O., & Oyenuga, O. A. (2004). An appraisal of maintenance practice in food industries in Nigeria. *Journal of Food Engineering*, *62*(2), 131-133 (in Persian). https://doi.org/10.1016/s0260-8774(03)00201-2
3. Afsharnia, F., Asoodar, M., & Abdeshahi, A. (2014). Regression Analysis and Modeling of Failure Rate and its Effective Factors on Tractors in Some Cities of Khuzestan Province. *Journal of Agricultural Engineering*, *36*(2), 49-58. (in Persian).
4. Al-Turki, U. M., Ayar, T., Yilbas, B. S., & Sahin, A. Z. (2014). Integrated maintenance planning. In Integrated Maintenance Planning in Manufacturing Systems (pp. 25-57). Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-06290-7_3
5. Amrani, M. A., Alhomdi, M., Ghaleb, A. M., Al-Qubati, M., & Shameeri, M. (2020). Implementing an integrated maintenance management system for monitoring production lines: a case study for biscuit industry. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, *28*(1), 180-196. https://doi.org/10.1108/jqme-06-2020-0049
6. Anthony, R. N. (1965). Planning and control systems: a framework for analysis. Division of Research, Graduate School of Business Administration, Harvard University.
7. Arslankaya, S., & Atay, H. (2015). Maintenance management and lean manufacturing practices in a firm which produces dairy products. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, *207*, 214-224. https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.10.090
8. Barberá, L., Crespo, A., Viveros, P., & Stegmaier, R. (2012). Advanced model for maintenance management in a continuous improvement cycle: integration into the business strategy. *International Journal of System Assurance Engineering and Management*, *3*(1), 47-63. https://doi.org/10.1007/s13198-012-0092-y
9. Bekar, E. T., Nyqvist, P., & Skoogh, A. (2020). An intelligent approach for data pre-processing and analysis in predictive maintenance with an industrial case study. *Advances in Mechanical Engineering*, *12*(5), 1687814020919207. https://doi.org/10.1177/1687814020919207.
10. Bengtsson, M., & Salonen, A. (2009, June). *On the need for research on holistic maintenance*. In Proceedings of the 22nd international congress on Condition Monitoring and Diagnostic Engineering Management (COMADEM) (pp. 9-11).
11. Bokrantz, J. (2019). Smart Maintenance:-Maintenance in Digitalised Manufacturing. Department of Industrial and Materials Science. Chalmers University of Technology. Gothenburg, Sweden. ISBN 978-91-7905-191-4
12. Bottani, E., Ferretti, G., Montanari, R., & Vignali, G. (2014). An empirical study on the relationships between maintenance policies and approaches among Italian companies. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, *20*(2), 135-162. https://doi.org/10.1108/jqme-11-2012-0039
13. Branská, L., Pecinová, Z., Paták, M., Stankova, M., & Kholová, P. (2016). Maintenance management systems in the Czech enterprises of chemical and food industries. *Trends Economics and Management*, *10*(27), 20-29. https://doi.org/10.13164/trends.2016.27.20
14. Fountas, S., Sorensen, C. G., Tsiropoulos, Z., Cavalaris, C., Liakos, V., & Gemtos, T. (2015). Farm machinery management information system. *Computers and Electronics in Agriculture*, *110*, 131-138. https://doi.org/10.1016/j.compag.2014.11.011
15. Fredriksson, G., & Larsson, H. (2012). An analysis of maintenance strategies and development of a model for strategy formulation. Master of science thesis in production engineering. Department of product and production development. Chalmers University of Technology. Göteborg, Sweden.
16. Gandhare, B. S., & Akarte, M. M. (2020). Benchmarking maintenance performance in select agro-based

industry. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, *28*(2), 296-326. https://doi.org/10.1108/jqme-02-2019-0018

17. Gandhare, B. S., Akarte, M. M., & Patil, P. P. (2018). Maintenance performance measurement–a case of the sugar industry. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, *24*(1), 79-100. https://doi.org/10.1108/jqme-07-2016-0031
18. Gandhi, A., Purwani, D. R., Susanti, Y. D., & Prasetya, Y. (2021). *The Status of Maintenance Management in Indonesia: Result from a Pilot Survey Food Snack MSMEs*. Proceedings of the 11th Annual International Conference on Industrial Engineering and Operations Management. Singapore
19. Garg, A., & Deshmukh, S. G. (2006). Maintenance management: literature review and directions. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, *12*(3), 205-238. https://doi.org/10.1108/13552510610685075
20. Gomes, C. F., Yasin, M. M., & Simões, J. M. (2020). The emerging organizational role of the maintenance function: a strategic perspective. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, *27*(1). https://doi.org/10.1108/jqme-03-2017-0012
21. Gopalakrishnan, M. (2018). Data-driven Decision Support for Maintenance Prioritisation: Connecting Maintenance to Productivity. Chalmers Tekniska Hogskola (Sweden).
22. Hassanain, M. A. (2002). Integrated systems for maintenance management (Doctoral dissertation, University of British Columbia). http://hdl.handle.net/2429/13109
23. Holweg, M., Davies, J., De Meyer, A., Lawson, B., & Schmenner, R. W. (2018). Process theory: The principles of operations management. Oxford University Press.
24. Horyovy, V. P. (2007). Developing the production and maintenance support of enterprises of the AIC [agro-industrial complex of Ukraine]. Visnyk Ahrarnoyi Nauky (Ukraine).
25. Jandali, D., & Sweis, R. (2018). Factors affecting maintenance management in hospital buildings: Perceptions from the public and private sector. *International Journal of Building Pathology and Adaptation*, *37*(1). https://doi.org/10.1108/ijbpa-12-2017-0064
26. Johannes, K., Theodorus Voordijk, J., Marias Adriaanse, A., & Aranda-Mena, G. (2021). Identifying Maturity Dimensions for Smart Maintenance Management of Constructed Assets: A Multiple Case Study. *Journal of Construction Engineering and Management*, *147*(9), 05021007. https://doi.org/10.1061/(asce)co.1943-7862.0002112
27. Jonsson, P. (2000). Towards a holistic understanding of disruptions in Operations Management. *Journal of Operations Management*, *18*(6), 701-718. https://doi.org/10.1016/s0272-6963(00)00040-1
28. Karia, N., Asaari, M. H. A. H., & Saleh, H. (2014, January). *Exploring Maintenance Management in Service Sector: A Case Study*. In Proceedings of the 2014 International Conference on Industrial Engineering and Operations Management Bali, Indonesia.
29. Kheybari, S., Rezaie, F. M., Naji, S. A., Javdanmehr, M., & Rezaei, J. (2020). Evaluation of factors contributing to the failure of information systems in public universities: *The case of Iran. Information Systems*, *92*, 101534. https://doi.org/10.1016/j.is.2020.101534
30. Kim, E. J., Jeong, W. I., Lee, Y. K., & Lim, C. S. (2014). Development of evaluation indicators for maintenance and preservation of agriculture and rural heritage. *Journal of Agricultural Extension & Community Development*, *21*(4), 1191-1226. https://doi.org/10.12653/jecd.2014.21.4.1191
31. Kumar, A., Shankar, R., & Thakur, L. S. (2018). A big data driven sustainable manufacturing framework for condition-based maintenance prediction. *Journal of Computational Science*, *27*, 428-439. https://doi.org/10.1016/j.jocs.2017.06.006
32. Li, D., Zheng, Y., & Zhao, W. (2019). Fault analysis system for agricultural machinery based on big data. *IEEE Access*, *7*, 99136-99151. https://doi.org/10.1109/access.2019.2928973
33. Liang, F., Brunelli, M., & Rezaei, J. (2019). Consistency issues in the best worst method: Measurements and thresholds. Omega, 102175. https://doi.org/10.1016/j.omega.2019.102175
34. Liu, Y., Hu, Y., Wen, J., & Tang, Y. (2018, July). *An overview on smart maintenance service scheduling system and theoretical basis for agricultural machinery*. In 2018 IEEE International Conference on Internet of Things (I Things) and IEEE Green Computing and Communications (GreenCom) and IEEE Cyber, Physical and Social Computing (CPSCom) and IEEE Smart Data (SmartData) (pp. 766-771). IEEE. https://doi.org/10.1109/cybermatics_2018.2018.00151
35. Macchi, M., & Fumagalli, L. (2013). A maintenance maturity assessment method for the manufacturing industry. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, *19*(3), 295-315. https://doi.org/10.1108/jqme-05-2013-0027
36. Marquez, A. C., & Gupta, J. N. (2004). Modern maintenance management for enhancing organizational efficiency. In Intelligent Enterprises of the 21st Century (pp. 321-332). IGI Global. https://doi.org/10.4018/978-1-59140-160-5.ch019
37. Meixner, O., Pöchtrager, S., & Haas, R. (2001). *Determining the success factors for the introduction and maintenance of quality management in the Austrian food industry using the Analytic Hierarchy Process*. In Proceedings of the 6th International Symposium on the Analytic Hierarchic Process, ISAHP (pp. 2-4).

https://doi.org/10.13033/isahp.y2001.032
38. Milana, M., Khan, M. K., & Munive-Hernandez, J. E. (2017). Design and development of knowledge-based system for integrated maintenance strategy and operations. *Concurrent Engineering*, *25*(1), 5-18. https://doi.org/10.1177/1063293x16665662
39. Moktadir, M. A., Kumar, A., Ali, S. M., Paul, S. K., Sultana, R., & Rezaei, J. (2020). Critical success factors for a circular economy: Implications for business strategy and the environment. *Business Strategy and the Environment*, *29*(8), 3611-3635. https://doi.org/10.1002/bse.2600
40. Mousavipour, A., Sheikh Davoodi, M. J., Ghanian, M., & Saeedi, S. N. (2012). Economic comparison of two common emergency methods and oil status monitoring maintenance and repair of sugarcane harvesting machines. *Journal of Agricultural Engineering*, *36*(2).
41. Najafi, P., Asoodar, M. A., Marzban, A., & Hormozi, M. A. (2015). Reliability evaluation and analysis of sugarcane 7000 series harvesters in sugarcane harvesting. *Journal of Agricultual Machinery*, *5*(2), 446-455. (in Persian). https://doi.org/10.22067/jam.v5i2.28447
42. Naji, A., Oumami, M. E., Bouksour, O., & Beidouri, Z. (2019). A Mixed methods research toward a framework of a maintenance management model: A survey in Moroccan industries. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, *26*(2), 260-289. https://doi.org/10.1108/jqme-10-2018-0079
43. Oliveira, M. A., & Lopes, I. (2019). Evaluation and improvement of maintenance management performance using a maturity model. *International Journal of Productivity and Performance Management*, *69*(3), 559-58. https://doi.org/10.1108/ijppm-07-2018-0247
44. Pinjala, S. K., Pintelon, L., & Vereecke, A. (2006). An empirical investigation on the relationship between business and maintenance strategies. *International Journal of Production Economics*, *104*(1), 214-229. https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2004.12.024
45. Pintelon, L. M., & Gelders, L. F. (1992). Maintenance management decision making. *European Journal of Operational Research*, *58*(3), 301-317. https://doi.org/10.1016/0377-2217(92)90062-e
46. Pintelon, L., & Parodi-Herz, A. (2008). *Maintenance: an evolutionary perspective*. In Complex system maintenance handbook (pp. 21-48). Springer, London. https://doi.org/10.1007/978-1-84800-011-7_2
47. Priyantha, J. (2021). Literature Review: The Role of organizational factors in maintenance organizations affecting their manufacturing performance, from Sri Lankan cultural perspective. *International Journal of Research and Innovation in Social Science (IJRISS)*, *4*(5).
48. Reis, L. F., & Alves, F. J. D. C. (2020). Brazilian sugarcane agro-industry human resources' management: strategies to increase work intensity. *Gestão & Produção, 27*. https://doi.org/10.1590/0104-530x5147-20
49. Rezaei, J. (2015). Best-worst multi-criteria decision-making method. *Omega*, *53*, 49-57. https://doi.org/10.1016/j.omega.2014.11.009
50. Rezaei, J. (2016). Best-worst multi-criteria decision-making method: Some properties and a linear model. *Omega*, *64*, 126-130. https://doi.org/10.1016/j.omega.2015.12.001
51. Roda, I., & Macchi, M. (2021). Maintenance concepts evolution: a comparative review towards Advanced Maintenance conceptualization. *Computers in Industry*, *133*, 103531. https://doi.org/10.1016/j.compind.2021.103531
52. Rohani, A., Ranjbar, I., Ajabshir, Y., Abbaspour-Fard, M. H., & Valizadeh, M. (2009). Prediction of two-wheel drive tractor repair and maintenance costs using artificial neural network in comparing with regression. *Journal of Agricultural Engineering Research*, *16*(1), 225-235.
53. Salonen, A., (2008). *Strategic Factors for Maintenance in Manufacturing Industry*, in the proceedings of 21st International Congress and Exhibition COMADEM – 2008: Prague, The Czech Republic.
54. Salonen, A. (2012). Formulation of maintenance strategies: A simplified process. *International Journal of COMADEM*, *15*(3), 9-18.
55. Sarbini, N. N., Ibrahim, I. S., Abidin, N. I., Yahaya, F. M., & Azizan, N. Z. N. (2021). Review on maintenance issues toward building maintenance management best practices. *Journal of Building Engineering*, *44*, 102985. https://doi.org/10.1016/j.jobe.2021.102985
56. Sharma, S. K. (2013). Maintenance reengineering framework: a case study. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, *19*(2), 96-113. https://doi.org/10.1108/13552511311315922
57. Soltanali, H., & Rohani, A. (2016). *Evaluation of reliability of production systems in food industry*. 10th National Congress of Agricultural Machinery Engineering (Biosystems) and Mechanization of Iran, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran.
58. Soltanali, H., Garmabaki, A. H. S., Thaduri, A., Parida, A., Kumar, U., & Rohani, A. (2019). Sustainable production process: An application of reliability, availability, and maintainability methodologies in automotive manufacturing. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part O: *Journal of Risk and Reliability*, *233*(4), 682-697. https://doi.org/10.1177/1748006x18818266
59. Soltanali, H., Khojastehpour, M., & Farinha, J. T. (2020). Measuring the production performance indicators for food processing industry. *Measurement*, *173*, 108394. https://doi.org/10.1016/j.measurement.2020.108394

60. Sørensen, C. G., & Bochtis, D. D. (2010). Conceptual model of fleet management in agriculture. *Biosystems Engineering*, *105*(1), 41-50. https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2009.09.009
61. Tan, Y., Shen, L., Langston, C., Lu, W., & Yam, M. C. (2014). Critical success factors for building maintenance business: a Hong Kong case study. *Facilities*. https://doi.org/10.1108/f-08-2012-0062
62. Terminology, M. (2010). CEN (European Committee for Standardization). European Standard EN, 13306, 2010.
63. Thomas, S. J. (2005). Improving maintenance and reliability through cultural change. Industrial Press Inc.
64. Tsang, A. H. (2002). Strategic dimensions of maintenance management. *Journal of Quality in maintenance Engineering*.
65. Tubis, A., & Werbińska-Wojciechowska, S. (2015). *Concept of controlling for maintenance management performance: a case study of passenger transportation company*. In Safety and reliability of complex engineered systems proceedings of the 25th European Safety and Reliability Conference, ESREL (pp. 1055-1063).
66. Van de Kaa, G., Fens, T., & Rezaei, J. (2019). Residential grid storage technology battles: a multi-criteria analysis using BWM. *Technology Analysis & Strategic Management, 31*(1), 40-52. https://doi.org/10.1080/09537325.2018.1484441
67. Van Horenbeek, A., & Pintelon, L. (2014). Development of a maintenance performance measurement framework-using the analytic network process (ANP) for maintenance performance indicator selection. *Omega*, *42*(1), 33-46. https://doi.org/10.1016/j.omega.2013.02.006
68. Vasudevan, A., & Duan, X. (2021). A systematic data science approach towards predictive maintenance application in manufacturing industry. Examensarbete för masterexamen. Master Thesis. https://hdl.handle.net/20.500.12380/302632
69. Wen, Q., Zhang, J. P., Hu, Z. Z., Xiang, X. S., & Shi, T. (2019). A data-driven approach to improve the operation and maintenance management of large public buildings. *IEEE Access*, *7*, 176127-176140. https://doi.org/10.1109/access.2019.2958140
70. Wireman, T. (2010) *Benchmarking Best Practices in Maintenance Management* (2nd edition). [Electronic] New York: Industrial Press Inc.
71. Yavuz, O., Doğan, E., Carus, E., & Görgülü, A. (2019). Reliability Centered Maintenance Practices in Food Industry. *Procedia Computer Science, 158*, 227-234. https://doi.org/10.1016/j.procs.2019.09.046
72. Zhang, W., Yang, D., & Wang, H. (2019). Data-driven methods for predictive maintenance of industrial equipment: A survey. *IEEE Systems Journal*, *13*(3), 2213-2227. https://doi.org/10.1109/jsyst.2019.2905565
73. Zhou, Q., Jiang, J., Zhao, Z., Zhong, J., Pan, B., Jin, X., & Sun, Y. (2017, August). *Research on the Internet of Things Platform Design for Agricultural Machinery Operation and Operation Management*. In International Conference on Computer and Computing Technologies in Agriculture (pp. 400-410). Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-06179-1_40